

Trabajo Fin de Grado

Análisis de procesos y optimización de recursos en una empresa de preparación de componentes para el suministro a la línea de montaje de una planta de fabricación de automóviles.

Process analysis and resource optimization in a company preparing components for the supply in the assembly line of an automobile manufacturing plant.

Autor/es

Javier Ordás Gabás

Director/es

Emilio Larrodé Pellicer
Roberto Estarreado Sanz

Escuela de Ingeniería y Arquitectura de Zaragoza
2019

RESUMEN

En este trabajo fin de grado se ha estudiado un caso particular de una empresa auxiliar de preparación del pedido componentes que han de ser suministrados paralelamente a dos líneas de montaje independientes de salpicaderos de una empresa de fabricación de vehículos, encargándose tanto de la preparación como del suministro de dicho pedido.

Por ello, el trabajo se ha dividido en dos operativas principales que se han abordado de forma paralela, en base a las dos líneas de montaje a satisfacer. Ambas operativas arrastran una baja productividad y rentabilidad para la empresa, por lo que tienen una alta necesidad de mejora.

Se ha llevado a cabo un estudio completo, analizando y midiendo los procesos a través de un estudio de tiempos. Esto ha permitido detectar varios fallos y puntos críticos y proponer una serie de posibles mejoras. Mediante la realización de unos cálculos de capacidad del proceso y con la implantación de dichas mejoras se ha logrado una optimización de las dos operativas, reduciéndose los recursos necesarios y dando garantías de calidad y capacidad en el servicio.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
2. ANTECEDENTES	4
3. DESCRIPCIÓN Y ACOTACIÓN DE LOS PROCESOS INICIALES	5
3.1. OPERATIVA A: <i>SALPICADEROS L2</i>	6
3.2. OPERATIVA B: <i>SALPICADEROS L1</i>	9
4. SISTEMATIZACIÓN DE LAS OPERATIVAS A Y B	11
4.1. OPERATIVA A: <i>SALPICADEROS L2</i>	12
4.2. OPERATIVA B: <i>SALPICADEROS L1</i>	13
5. PERIODO DE MEDICION DE TIEMPOS	14
6. DETECCIÓN DE FALLOS Y PUNTOS CRÍTICOS Y PROPUESTAS DE MEJORA	17
6.1. DISEÑO DEL CARRO MADRE	17
6.2. DISEÑO DE CARRITOS PARA EL <i>PICKING</i>	19
6.3. RECORRIDO DE VUELTA POR EXTERIOR	19
6.4. RECORRIDO DE <i>PICKING</i> :	21
7. CALCULOS DE SATURACIÓN DE PUESTOS Y RECURSOS NECESARIOS	22
7.1. OPERATIVA A: <i>SALPICADEROS L2</i>	22
7.1.1. <i>PICKING</i> (preparación <i>SPS</i>)	22
7.1.2. RUTA (tractorista)	23
7.1.3. PRE-MONTAJES	23
7.1.4. APLIQUES	23
7.2. OPERATIVA B: <i>SALPICADEROS L1</i>	24
7.2.1. <i>PICKING</i> (preparación <i>SPS</i>)	24
7.2.2. RUTA (tractorista)	25
7.2.3. PRE-MONTAJES	26
8. EXTRACCIÓN DE CONCLUSIONES	27
8.1. OPERATIVA A: <i>SALPICADEROS L2</i>	27
8.2. OPERATIVA B: <i>SALPICADEROS L1</i>	28
9. ANÁLISIS GLOBAL Y RESULTADO FINAL	29
10. BIBLIOGRAFÍA	31

ANEXOS

ANEXO 1. FORMATO INFORME DE ESTUDIO DE TIEMPOS	32
ANEXO 2. HOJAS DE RECOGIDA DE DATOS Y HOJAS DE RESULTADOS	39
ANEXO 3. PROTOCOLOS DE TRABAJO DE <i>SPS SALPICADEROS L1 Y L2</i> , <i>APLIQUES Y PRE-MONTAJES</i>	55

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este trabajo fin de grado es el análisis de los procesos de preparación del pedido de componentes y/o materiales que se desarrolla en una empresa que suministra a una línea de montaje de una empresa de fabricación de automóviles. Asimismo, dada la diversidad de los diferentes tipos de componentes suministrados y las diferentes secuenciaciones que se deben de preparar, se pretende optimizar el uso de recursos para poder llevar a cabo las operaciones con garantías de capacidad y calidad. Por lo tanto, se estudiarán diferentes configuraciones de diseño de la operativa, que permita obtener mejoras en las prestaciones de cada proceso.

En primer lugar se establecen los procesos que van a ser analizados y para ellos se determinan las principales aspectos que implican el uso de recurso humano. Se calculan los tiempos empleados en cada una de las operaciones de preparación y suministro a línea y los márgenes de tiempo. A partir de aquí se analizan los procesos y agrupaciones para proponer cambios o alternativas en la realización de los procesos para que se puedan reducir los tiempos de operación y los recursos necesarios totales. Se analizan las diferentes alternativas y se combinan para obtener la mejor solución posible e implantarla.

En resumen, este trabajo se desarrolla en base a las siguientes fases:

Fase 1. Identificación y acotación de los procesos de preparación, de las órdenes de entrega y de suministro a línea.

Fase 2. Realización de estudios de tiempos por cronometraje.

Fase 3. Propuesta de alternativas que optimicen los recursos empleados en los procesos.

Fase 4. Aplicación de las propuestas y obtención de resultados.

Fase 5. Análisis global de todos los procesos y comparativa entre mejoras introducidas.

Fase 6. Presentación de resultados y conclusiones.

2. ANTECEDENTES

Antes de comenzar con el problema, se han realizado algunas búsquedas relacionadas con este tipo de proyectos de mejora y se han encontrado un par de ejemplos que conviene conocer, pues sirven de ayuda y de inspiración para abordar el proyecto en cuestión.

El primero se trata de un ejemplo muy similar de *“una planta de fabricación que se dedica a la producción de componentes para el sector de la automoción. Concretamente, el proyecto se desarrolla en una línea de montaje de spoilers que arrastra consigo una baja productividad. Para afrontar el inconveniente, la empresa opta por utilizar, por primera vez, una popular herramienta de mejora continua: Seis Sigma. De ahí en adelante, son los pasos marcados por DMAIC, acrónimo de sus siglas en inglés: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar, quienes guían firmemente a los participantes del proyecto hacia la resolución del problema”* [1].

El otro caso se trata de un proyecto de mejora continua en empresas auxiliares de automoción y electrodomésticos, que resulta interesante desde el punto de vista de la metodología empleada para resolver las problemáticas frecuentes en estos sectores de la industria.

“Las organizaciones actuales deben trabajar en entornos en los que la demanda varía continuamente, necesitando responder a ésta de manera rápida y flexible, adaptándose una y otra vez a circunstancias de mercado difíciles de ser previstas. Dos de los sectores en los cuales se agudiza esta necesidad son el sector auxiliar de la automoción y el de los electrodomésticos, sectores industriales maduros. Las estrategias utilizadas por estos sectores cara a incrementar su eficiencia productiva son diversas, y algunas de ellas se apoyan en el despliegue de Programas de Mejora Continua o en el uso de alguna de las herramientas de estos Programas” [2]

3. DESCRIPCIÓN Y ACOTACIÓN DE LOS PROCESOS INICIALES

Para tener una amplia visión y comprender mejor el proyecto abordado, conviene ubicarlo en un marco o contexto global. Esta situación de partida facilita el entendimiento del escenario planteado, que formará parte del estudio de mejora realizado.

Este proyecto se enmarca en la fábrica de automóviles de Figueruelas (Zaragoza), en el *Grupo Logistics IDL España*, uno de los mayores operadores logísticos en Iberia, en este caso ampliando su experiencia en el sector de la automoción, con empresas como *ID Logistics* y *Prestal ID*, que actúan como subcontratas del Grupo *PSA* en diferentes áreas de la cadena logística del proceso:

1. Descarga, Verificación, Etiquetado y Ubicación de material
2. Petición de Material, Desubicación y Entrega del mismo
3. Preparación y Validación de pedidos
4. Suministro a Línea de montaje (Rutas)
5. Diseño de almacenes y Flujos de Material

El área sobre la que se enfoca este estudio de mejora es la preparación, validación y suministro a línea de montaje. Esta es una de las partes más importantes y exigentes cuando se habla de automoción, por la popular metodología de origen japonés *Just In Time*, la base fundamental de la fabricación de automóviles.

Prestal ID prepara y suministra a la línea de montaje una amplia variedad de piezas que componen el vehículo, como cámaras de calefacción, columnas de dirección, pedaleras, frenos, revestimientos, ventanas, etcétera.

Una de las tareas más delicadas de las que se ocupa es la preparación y suministro de todo el conjunto de piezas pequeñas, *SPS* ("*Small Parts Sequences*"), que forman parte de las puertas, así como de los salpicaderos.

La secuenciación *SPS* de los salpicaderos es una tarea minuciosa con altos índices de desperdicio que se debe, entre otros factores, a la complejidad de la secuenciación, lo que supone una baja productividad del proceso y un problema para la rentabilidad de la empresa. Este va a ser el objeto de estudio para tratar de plantear mejoras que optimicen el proceso.

Una vez planteado el escenario, se describen a continuación y de forma más detallada en qué consisten las dos operativas que se abordan en este proyecto:

- A) Salpicaderos L2:** Secuenciación *SPS* y suministro a línea 2, que fabrica un solo modelo de coche: *Opel Corsa*.
- B) Salpicaderos L1:** Secuenciación *SPS* y suministro a línea 1, que fabrica tres modelos diferentes de coche: *Opel Mokka*, *Opel Crossland* y *Citroën Aircross*.

3.1. OPERATIVA A: SALPICADEROS L2

La operativa de trabajo *Salpicaderos L2* consiste en una preparación de secuencias de las “piezas pequeñas” que forman parte de los salpicaderos y de su correspondiente suministro a la línea de montaje nº2, que fabrica pedidos únicamente de Opel Corsa.

Dicha operativa se puede separar en dos procesos principales: La primera fase consiste en la correcta preparación de las secuencias de piezas, mientras que la segunda es la fase de suministro de dichas secuencias a la línea de montaje de salpicaderos.

Para comprender el completo funcionamiento de la operativa, se explican más detalladamente ambas fases:

1. FASE DE PREPARACIÓN *SPS (PICKING)*

Para esta primera fase, se necesitan a 3 recursos, que llamaremos “*pickers*”. Los *pickers* se encargan de preparar las secuencias de piezas correctamente.

Cada secuencia corresponde a un coche, por lo que se preparan en carritos independientes.

Cada *picker* tiene la tarea de coger un carrito de la zona de carritos vacíos, agregarle la hoja de secuencia correspondiente y comenzar con él el recorrido de preparación, cogiendo las piezas solicitadas y validando informáticamente con una *PDA* su correcta ubicación en los huecos del carro. Las piezas están ordenadas convenientemente a lo largo del recorrido para que éste sea lo más fluido posible.



Figura 1. Carrito para *picking*

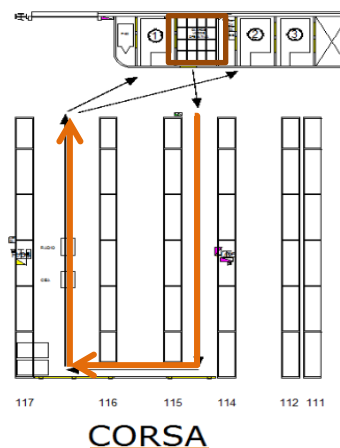


Figura 2. Recorrido de *picking*

Se necesita un operario adicional que se ocupe de realizar un montaje previo de dos piezas (Radios y CEAS) requeridas por los *pickers* a lo largo de su recorrido.

Una vez secuenciado el carrito, éste se deja en la zona de carritos preparados, que serán posteriormente introducidos en un carro mayor, que llamaremos “carro madre”. En cada carro madre caben 9 carritos, es decir, 9 secuencias.

La carga del carro madre debe realizarse siguiendo el orden de secuencia inverso, de manera que se suministren posteriormente a la línea de montaje en el orden correcto. Este orden se puede observar en el siguiente dibujo:



Figura 3. Carro madre vacío

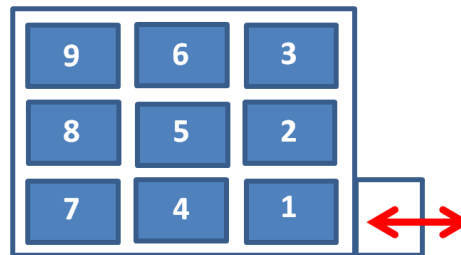


Figura 4. Esquema de carro madre lleno en orden de secuencia adecuado

Cuando el carro madre está cargado con sus 9 carritos, se sube la rampa (que hace a su vez de compuerta) y éste queda listo para ser transportado a la línea de montaje, comenzándose así la fase de suministro.

Paralelamente a este proceso de preparación de carritos, se lleva a cabo un proceso de preparación de otro carro distinto, el carro de apliques, en cuyo protocolo de trabajo se ha tomado parte [Anexo 3]. Para aprovechar el viaje, este carro se suministra junto con cada carro madre. La preparación de dicho carro de apliques requiere a otro recurso, que dedica parte de su jornada a realizar dicha tarea.

2. FASE DE SUMINISTRO A LÍNEA DE MONTAJE (RUTA)

Para llevar a cabo esta segunda fase, se necesitan 2 recursos, llamados “rutereros”, o bien “tractoristas” y que realizan simultáneamente la misma tarea.

Cada rutero o tractorista se encarga de enganchar y transportar, con ayuda de un vehículo eléctrico (tractor), el carro madre y el carro de apliques hasta el comienzo de la línea de montaje. Además, realiza la labor de descargar uno a uno los 9 carritos e introducirlos según el orden de secuencia en las carrileras de consumo, para que los operarios de la línea los vayan consumiendo.

Una vez en línea de montaje, los carritos son colocados en unos soportes, llamados “balancinas” y recorren un tramo de la línea mientras sus piezas van siendo consumidas durante el montaje. Al final del tramo, los carritos quedan de nuevo vacíos y son expulsados de la balancina, generándose una zona de carritos vacíos. El rutero debe desplazarse con la madre enganchada hasta dicha zona y cargarla con 9 carritos vacíos, que debe transportar nuevamente a la zona de preparación SPS para volver a ser secuenciados por los *pickers*.

Cuando llega a la zona de preparación SPS, el tractorista sitúa el carro madre en su posición y realiza la descarga completa de carritos vacíos en su zona correspondiente. Después, coge uno a uno los carritos secuenciados de la zona de carritos preparados y los carga en el carro madre en el orden de secuencia adecuado, para volver a ser transportados a la línea de montaje.

La siguiente figura es un mapa esquemático de la ruta a recorrer por el tractorista para realizar el suministro. En verde se muestra el desplazamiento a la línea con los carros llenos y en rojo el desplazamiento de vuelta a la zona de preparación con los carros vacíos, que se realiza por el exterior de la nave.

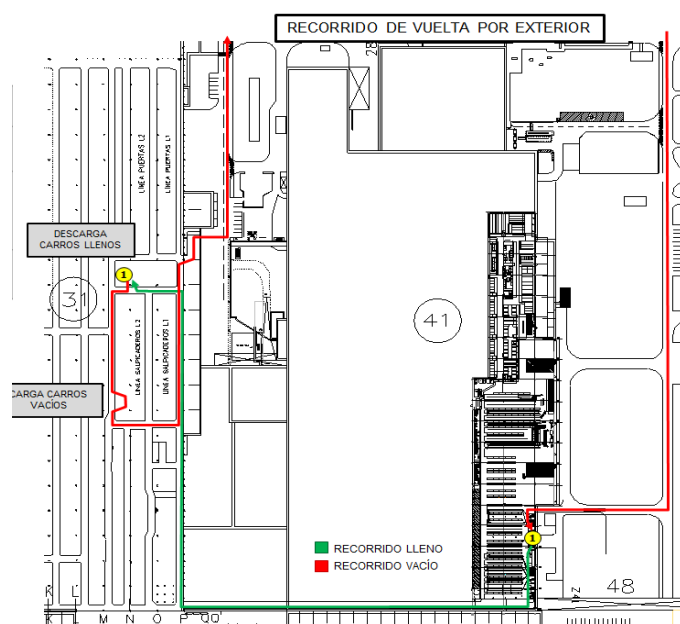


Figura 5. Ruta de suministro *Salpicaderos L2* actual

La tabla que se muestra a continuación recoge los datos relevantes de la ruta, como son las distancias a recorrer y los tiempos que cuesta.

Tabla 1. Ruta *Salpicaderos L2* actual (Fuente: Elaboración propia)

RUTA SALPICADEROS L2		
	DISTANCIA	TIEMPO
RECORRIDO LLENO (Por el interior)	500 m	3 min
RECORRIDO VACÍO (Por el exterior)	1200 m	5,5 min
TOTAL	1700 m	8,5 min

En la siguiente tabla se realiza un recuento de los recursos totales empleados en la operativa A inicial, organizados por puestos.

Tabla 2. Recursos empleados *Salpicaderos L2* (Fuente: Elaboración propia)

Nº recursos empleados L2	
Pickers	3
Tractoristas	2
Premontajes	1
Aplicques	0,5
TOTAL	6,5

3.2. OPERATIVA B: *SALPICADEROS L1*

La operativa de trabajo *Salpicaderos L1* consiste en una preparación de secuencias de las “piezas pequeñas” que forman parte de los salpicaderos y de su correspondiente suministro a la línea de montaje nº1, que fabrica pedidos de 3 modelos distintos: Opel Crossland X (P1MO), Citroën C3 Aircross (P1MT) y Opel Mokka.

La operativa de trabajo es idéntica a la de Salpicaderos L2, dividiéndose del mismo modo la operativa en fase de **preparación** y fase de **suministro**, con alguna pequeña diferencia, que se explica a continuación.

En la fase de preparación *SPS* para línea 2, los *pickers* siguen un solo recorrido de secuenciación, ya que solo se fabrica un modelo. En cambio, en la fase de preparación *SPS* para línea 1, hay 3 recorridos posibles, uno para cada modelo fabricado.

El carrito a secuenciar es el mismo para los tres modelos, lo que cambia es el recorrido a seguir, que depende del pedido en la hoja de secuencia.



Figura 6. Carrito *picking*

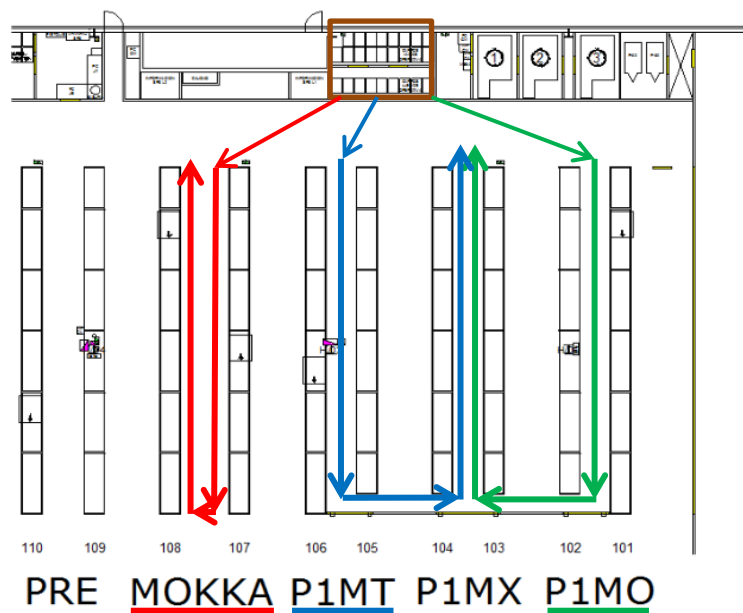


Figura 7. Recorrido de *picking* para los tres modelos: Aircross (P1MT), Crossland (P1MO) y Mokka

Debido a la mayor complejidad de este proceso de secuenciación al tener 3 modelos distintos, son necesarios 4 *pickers* para lograr un funcionamiento adecuado, en vez de los 3 *pickers* necesarios en la preparación para línea 2.

Además, se necesita un operario adicional que dedica una pequeña parte de su jornada a realizar un montaje previo de una pieza de bajo consumo (radio) que va siendo requerida por los *pickers* a lo largo de su recorrido. Para mayor detalle sobre cómo se realiza dicho pre-montaje puede consultarse la instrucción de trabajo [Anexo 3]. Este operario es el

mismo que se encarga de la preparación de los apliques en *Salpicaderos L2* (recurso compartido).

El suministro es idéntico al de los salpicaderos de línea 2, se necesitan 2 ruterios realizando simultáneamente la ruta, transportando un carro madre con 9 secuencias en cada viaje, cargando los carros llenos en las carrileras de consumo de la línea de montaje nº1 y recogiendo los vacíos al final del tramo de montaje.

Los recorridos de ida tanto como de vuelta, son prácticamente iguales en cuanto a distancias y tiempos. Se puede comprobar en la imagen, junto con su correspondiente tabla:

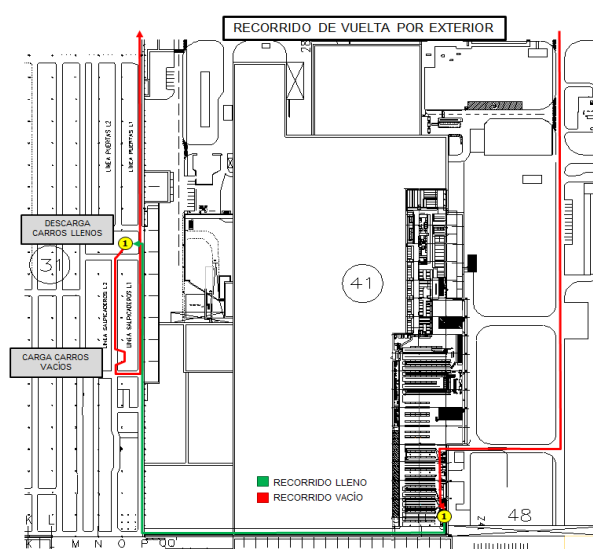


Figura 8. Ruta de suministro *Salpicaderos L1* actual

Tabla 3. Ruta *Salpicaderos L1* actual (Fuente: Elaboración propia)

RUTA SALPICADEROS L1		
	DISTANCIA	TIEMPO
RECORRIDO LLENO (Por el interior)	480 m	3 min
RECORRIDO VACÍO (Por el exterior)	1200 m	5,5 min
TOTAL	1680 m	8,5 min

En la siguiente tabla se realiza el recuento de los recursos empleados en la operativa B, organizados según sus puestos:

Tabla 4. Recursos empleados *Salpicaderos L1* (Fuente: Elaboración propia)

Recursos empleados L1	
Pickers	4
Tractoristas	2
Pre-montajes	0,5
TOTAL	6,5

4. SISTEMATIZACIÓN DE LAS OPERATIVAS A Y B

Una vez explicadas en detalle las dos operativas de trabajo, se lleva a cabo una descomposición en tareas fundamentales. De este modo, posteriormente se podrá estudiar y analizar cada una de ellas, actuando individualmente sobre aquellas tareas que resulten de mayor interés.

Además, se clasifica cada tarea fundamental por colores (verde, amarillo y rojo) en función del valor que aporta cada una, siguiendo la conocida filosofía *Lean Manufacturing*, cada vez más propagada.

El color verde representa el **Valor Añadido**, es decir, lo que el cliente realmente quiere, el servicio por el que están dispuestos a pagar.

El amarillo representa el **Valor No Añadido**, operaciones que exceden la cantidad mínima de recursos absolutamente necesarios para dar el servicio, que tienen un margen de mejora, que se pueden reducir, optimizar o hacer más eficientes de algún modo. *“En otras palabras, es la cantidad de tiempo que las mercancías no están siendo trabajadas”*.
[3]

El rojo representa el **Desperdicio**, la cantidad de tiempo absolutamente imprescindible, que no es necesario para el proceso y conviene eliminar.

[3]

Por último, cada operación lleva asociada un valor de criticidad, en el que se valora con un número de 0 a 5 la importancia que tiene dicha tarea para la consecución del objetivo en base al riesgo que supone llevarla a cabo, siendo 0 una tarea importante, necesaria e inevitable, que no supone ningún riesgo para el cumplimiento del objetivo y 5 una tarea más o menos prescindible cuya ejecución penaliza de alguna forma al proceso productivo, tiene un alto margen de mejora y se puede corregir o modificar para reducir o eliminar dicha penalización, generalmente de tiempo.

Las casillas sombreadas en rojo de criticidad se refieren a aquellas operaciones con margen de mejora visible, sobre las que se va a incidir y que se verán afectadas con la aplicación de los cambios posteriormente planteados.

3.1. OPERATIVA A: *SALPICADEROS L2*

Tabla 5. Sistematización de operativa A (Fuente: Elaboración propia)

SISTEMATIZACIÓN SALPICADEROS L2		
Operación fundamental		Criticidad
1	Aparcamiento de carro madre	5
2	Desenganchar carro madre del tractor	0
3	Apertura de compuerta de carro madre	1
4	Descarga completa de carro madre de uno en uno	5
5	Adjuntar carta de secuencia a carrito	0
6	Secuenciar carrito (<i>picking</i>)	
	a. Coger pieza y meterla en hueco del carrito	3
	b. Desplazamiento por el recorrido	3
7	Llevar carrito a zona de carga	5
8	Carga en carro madre en orden de secuencia adecuado	4
9	Cerrar compuerta de carro madre	1
10	Enganchar carro madre al tractor	0
11	Desplazamiento de ida al punto de consumo en línea 2	0
12	Apertura de compuerta de carro madre	1
13	Descarga de carritos de uno en uno en carrileras de consumo	
	a. Descarga de uno en uno	3
	b. Introducir en carrileras de consumo	3
14	Cerrar compuerta de carro madre	1
15	Desplazamiento a zona de carritos vacíos	0
16	Apertura de compuerta de carro madre	1
17	Carga de madre con carritos vacíos de uno en uno	3
18	Cerrar compuerta de carro madre	1
19	Desplazamiento de vuelta a zona <i>picking</i>	4

3.2. OPERATIVA B: SALPICADEROS L1

Tabla 6. Sistematización de operativa B (Fuente: Elaboración propia)

SISTEMATIZACIÓN SALPICADEROS L1		
Operación fundamental		Criticidad
1	Aparcamiento de carro madre	5
2	Desenganchar carro madre del tractor	0
3	Apertura de compuerta de carro madre	1
4	Descarga completa de carro madre de uno en uno	5
5	Adjuntar carta de secuencia a carrito	0
6	Secuenciar carrito (<i>picking</i>)	
	a. Coger pieza y meterla en hueco del carrito	3
	b. Desplazamiento por el recorrido	3
7	Llevar carrito a zona de carga	5
8	Carga en carro madre en orden de secuencia adecuado	4
9	Cerrar compuerta de carro madre	1
10	Enganchar carro madre al tractor	0
11	Desplazamiento de ida al punto de consumo en línea 1	0
12	Apertura de compuerta de carro madre	1
13	Descarga de carritos de uno en uno en carrileras de consumo	
	a. Descarga de uno en uno	3
	b. Introducir en carrileras de consumo	3
14	Cerrar compuerta de carro madre	1
15	Desplazamiento a zona de carritos vacíos	0
16	Apertura de compuerta de carro madre	1
17	Carga de madre con carritos vacíos de uno en uno	3
18	Cerrar compuerta de carro madre	1
19	Desplazamiento de vuelta a zona <i>picking</i>	4

5. PERIODO DE MEDICIÓN DE TIEMPOS

Una vez sistematizadas las dos operativas de trabajo, se tiene un conocimiento detallado y segmentado de las diferentes tareas de las mismas. Para poder analizar los dos procesos, se necesitan cuantificar de alguna manera los tiempos productivos, así como las saturaciones de los puestos de trabajo. Esto ayuda también a identificar cualquier parte del proceso sobre la que se pueda intervenir para lograr su optimización.

Durante unos días, se realizan varias tomas de tiempo a los operarios en diversos momentos realizando las tareas correspondientes al puesto que tienen asignado. Es importante explicar en qué consisten estas mediciones para comprender el porqué de su complejidad y su necesaria rigurosidad a la hora de llevarlas a cabo.

*“El **cronometraje** consiste en la determinación del tiempo a emplear para la realización de una tarea a la actividad normal o exigible, mediante su observación y su valoración de actividad.*

¿Qué se entiende por actividad?

*Se denomina así al **ritmo** momentáneo de ejecución de un efecto útil, es decir, la actividad es un concepto de **rendimiento** que surge de comparar las circunstancias en las que se está realizando un trabajo y las óptimas de realización, en cuanto al tiempo se refiere, precisamente considerando lo que ocurre en aquel instante, sin tener en cuenta si las citadas circunstancias óptimas podrían ser mantenidas o no, durante un tiempo, o por otro operario.*

*Se considera **rendimiento mínimo exigible** el 100 de la escala de valoración centesimal, cuyo ritmo es comparable al de un hombre físico corriente que camine sin carga, en llano y línea recta, a la velocidad de 4,8 kilómetros a la hora, durante su jornada. Este ritmo puede mantenerse fácilmente, día tras día, sin excesiva fatiga física ni mental y se caracteriza por la realización de un esfuerzo constante y razonable.*

***Rendimiento óptimo** es el 133, que equivale a un caminar de 6,4 kilómetros/hora. Es un rendimiento que no perjudica a la integridad de un trabajador normal, física y psíquicamente durante su vida laboral, ni tampoco le impide un desarrollo normal de su personalidad fuera del trabajo.*

*Los cronometradores deben haber recibido **formación especializada** entrenándose mediante vídeos y prácticas, realizando periódicamente sesiones de reciclaje que les haga estar capacitados para determinar el grado de habilidad y esfuerzo demostrado durante la ejecución de un trabajo.*

Generalmente se emplean una serie de pasos para el cronometraje, empleándose unos formatos u hojas de cronometraje que facilitan y estandarizan el empleo de esta técnica.

*Aquí se muestra un ejemplo de la **hoja de recogida de datos** empleada en este estudio de tiempos:*

Tabla 7. Hoja de recogida de datos (Fuente: Informe Estudio de Tiempos ID Logistics [Anexo 1])

[illegible]

Para facilitar su comprensión, la medición se realiza en segundos y posteriormente se traduce a minutos, al ser la unidad de medida global que se utiliza para determinar la capacidad de cada uno de los puestos. Esto nos da una idea más intuitiva del tiempo medio determinado para cada puesto.

En cada uno de estos puestos se ha dividido el proceso en fases y se han realizado diversas mediciones de tiempo para cada una de estas fases, asignando a cada una de ellas su nivel de actividad y el número de unidades (vehículos) a las que afecta. Todas estas mediciones individuales, sirven para calcular el Tiempo Normal Unitario, es decir, el tiempo medio de cada fase teniendo en cuenta la actividad pactada y el número de vehículos fabricados en cada una.

El objetivo es la determinación del Tiempo Ciclo, que es el tiempo de preparación o realización de la tarea en cada uno de los puestos.

Una vez determinados los Tiempos Ciclo para cada uno de los puestos y en sus diferentes versiones, se llevan a la Hoja de Resultados:

Tabla 8. Hoja de resultados (Fuente: Informe Estudio de Tiempos ID Logistics [\[Anexo 1\]](#))

ESTUDIO DE TIEMPOS

TIEMPO CICLO DE TRABAJO CON RITMO PACTADO

Ritmo Mínimo Exigible o Ritmo Pactado

T. Ciclo Pond.	Ritmo Pactado	Suplem. Fatig.	T. Ciclo Total
	0	0	0

T. Común	T. Opc. 1	T. Opc. 2	T. Opc. 3
	0	0	0

% de cada Opción	100%			
Puesto	0,00	0,00	0,00	0,00

En esta hoja se determina el **Tiempo Ciclo Ponderado** por hora, en función de los % de consumo de cada variante, si la hubiere.

A este tiempo resultante se le aplican los **Suplementos Adicionales** correspondientes a cada proceso, y se determina el **Tiempo Ciclo Total**, que es el que se utiliza para los cálculos de capacidad de proceso.

Los suplementos por necesidades personales y fatiga normalmente vienen compensados por los descansos (pausas) en la jornada, por lo que los que se suelen incluir son el resto (trabajar de pie, uso de la fuerza y tensión mental).” [Anexo 1]

Cada puesto de trabajo, requiere una medición de tiempos distinta, pues las operaciones del proceso a cronometrar son diferentes. Los puestos a analizar en cada operativa son los siguientes:

Puestos de operativa A: SALPICADEROS L2	<ul style="list-style-type: none"> - Preparación SPS (pickers) - Ruta (tractorista) - Pre-montajes - Apliques
Puestos de operativa B: SALPICADEROS L1	<ul style="list-style-type: none"> - Preparación SPS (pickers) - Ruta (tractorista) - Pre-montajes

En definitiva, se necesita una hoja de recogida de datos para cada puesto de trabajo. Estas hojas, así como sus hojas de resultados correspondientes con los Tiempos Ciclo Totales, quedan recogidas en el Anexo 2.

A continuación, se muestran dos tablas resumen con los Tiempos Ciclo Totales (en azul) por puesto; una para la operativa A (*Salpicaderos L2*) y otra para la operativa B (*Salpicaderos L1*). Estos tiempos se utilizarán posteriormente para realizar los cálculos de capacidad de cada puesto y la determinación de los recursos necesarios.

Tabla 9. Resumen de Tiempos Ciclo Totales de Operativa A (Fuente: Elaboración propia)

A) SALPICADEROS L2	
Puesto	T. Ciclo Total (min/coche)
Preparación SPS	3,39
Ruta	2,35
Pre-montajes	1,17
Apliques	0,40

Tabla 10. Resumen de Tiempos Ciclo Totales de Operativa B (Fuente: Elaboración propia)

B) SALPICADEROS L1				
Puesto	T. Ciclo Total (min/coche)			
	Aircross	Crossland	Mokka	L1
Preparación SPS	3,65	3,99	6,84	
Ruta				2,35
Pre-montajes	0	0,89	0,89	

6. DETECCIÓN DE FALLOS Y PUNTOS CRÍTICOS Y PROPUESTAS DE MEJORA

Durante el periodo de medición de tiempos, se va conociendo con más profundidad cada detalle del proceso, lo que permite ir detectando diferentes fallos que se pueden estar cometiendo, así como los principales puntos críticos del mismo.

En este punto, se mencionan algunos de los más importantes, tanto para *Salpicaderos L1* como para *Salpicaderos L2*. También se plantean diversas propuestas de mejora cuya aplicación tendrán un impacto directo en la optimización final del proceso.

6.1. DISEÑO DEL CARRO MADRE:

- La carga y descarga de carritos se realiza de uno en uno por la misma rampa del carro madre, de manera que el primero que entra es el último en salir (*First In First Out*), lo que obliga a descargar completamente cada madre antes de poder ser cargada de nuevo. Esto genera 2 puntos de espera de los carritos:
 - Zona de espera de carritos vacíos descargados de carro madre listos para ser secuenciados por los *pickers*
 - Zona de espera de carritos secuenciados listos para ser cargados en el carro madre
- La estructura del carro con apertura frontal no permite llevar dos madres enganchadas en un solo viaje, por lo que el número máximo de secuencias que se pueden hacer por viaje es 9.
- La rampa de carga y descarga de carritos es estrecha y pequeña, lo que implica un alto riesgo de caída de piezas.



Figura 9. Defectos detectados en diseño de carro madre

✓ **POSIBLE MEJORA: NUEVO DISEÑO DE CARRO MADRE.**

Madres de tipo jaula, para llevar las hijas abrazadas (encerradas en la madre) y no subidas en plataforma.

Todos los carritos pueden cargarse y descargarse simultáneamente por un lateral, siendo los propios *pickers* los que cogen cada carrito a secuenciar directamente de la madre y los cargarán en ella una vez secuenciados.

No hay zonas o pulmones intermedios que provoquen mover los carros más veces innecesariamente, eliminándose las 2 zonas de espera que tienen los carritos, agilizándose el proceso y ganándose ese espacio.

El nuevo carro madre tendría una capacidad de 8 secuencias, pero sería posible realizar viajes llevando dos madres, por lo que podrían cubrirse 16 secuencias con cada viaje, es decir, 7 coches más en cada viaje en comparación con la operativa inicial.



Figura 10. Nuevo diseño de carro madre

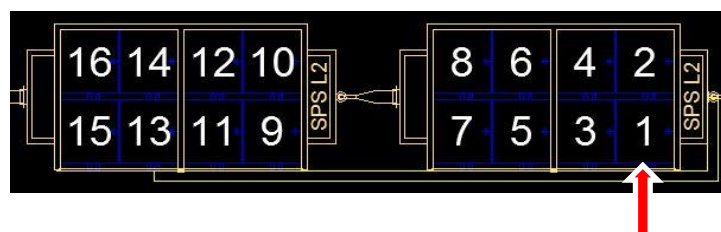


Figura 11. Esquema con dos carros madre enganchados y cargados según orden de secuencia

6.2. DISEÑO DE CARRITOS PARA EL *PICKING*

Los carritos de secuencia tienen acceso a los huecos desde ambos lados del carrito, lo cual facilita la labor del *picker* durante la secuenciación. No obstante, esto implica un alto índice de piezas dañadas que se caen a lo largo del recorrido hasta llegar a línea, lo que se traduce en pérdidas denominadas de “*scrap*” (chatarra).

✓ **POSIBLE MEJORA:** MODIFICACIÓN DISEÑO DE CARRITOS PARA *PICKING*.

- Conservando la estructura del carrito, se cierran los huecos por uno de los laterales de la caja y se inclina ligeramente para reducir considerablemente la caída de piezas.
- Imanes para enganchar carros entre sí, lo que permite cargarlos y manejarlos enganchados de dos en dos.
- Ruedas retranqueadas y de buena calidad para circular por recorrido interno desde Z41 hasta punto de uso, encerradas en las madres.



Figura 12. Nuevo diseño de carrito para *picking*

6.3. RECORRIDO DE VUELTA POR EXTERIOR

El recorrido de ida a línea de montaje se hace por el interior de la nave, mientras que el recorrido de vuelta con los carros vacíos se realiza por el exterior y tiene una distancia considerablemente mayor. Esto se traduce en tiempos mayores del proceso y en un peor mantenimiento de los carros madre, al tener que circular gran parte del recorrido por exterior, cuyo pavimento está en peor estado que el interior.

✓ **POSIBLE MEJORA:** CAMBIO DE RUTA DE SUMINISTRO

Modificar la ruta para que el convoy pueda ir y volver por el interior de la nave, reduciendo así la distancia total de ruta. Esto implica un menor tiempo de desplazamiento, ahorro de batería del vehículo tractor y un mejor mantenimiento de los carros al volver por el interior.

Pueden verse los recorridos propuestos en las siguientes figuras. En las tablas se recogen las nuevas distancias y tiempos de cada ruta.

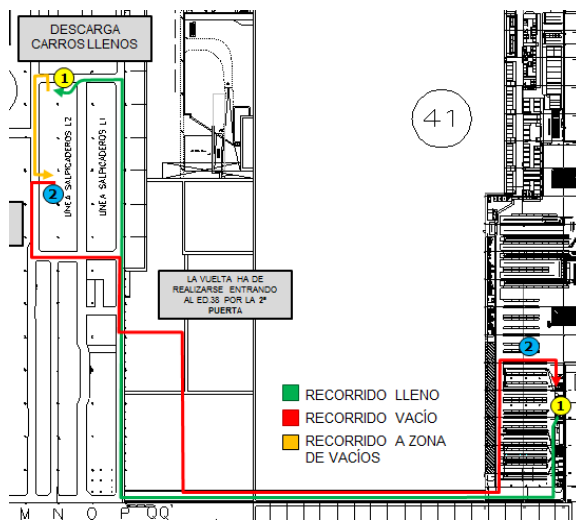


Figura 13. Nueva ruta de suministro *Salpicaderos L2*

Tabla 11. Ruta nueva *Salpicaderos L2*
(Fuente: Elaboración propia)

RUTA NUEVA SALPICADEROS L2		
	DISTANCIA	TIEMPO
REC. LLENO	470 m	3 min
REC. VACÍO	490 m	3,5 min
TOTAL	960 m	6,5 min

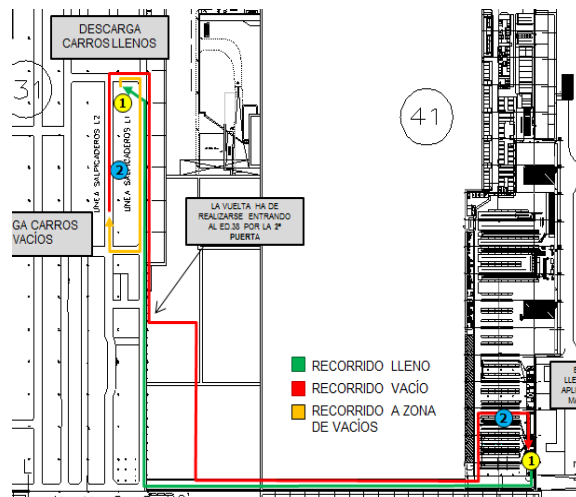


Figura 14. Nueva ruta de suministro *Salpicaderos L1*

Tabla 12. Ruta nueva *Salpicaderos L1*
(Fuente: Elaboración propia)

RUTA NUEVA SALPICADEROS L1		
	DISTANCIA	TIEMPO
REC. LLENO	450 m	3 min
REC. VACÍO	470 m	3,5 min
TOTAL	920 m	6,5 min

RECORRIDO INICIAL vs. RECORRIDO PROPUESTO

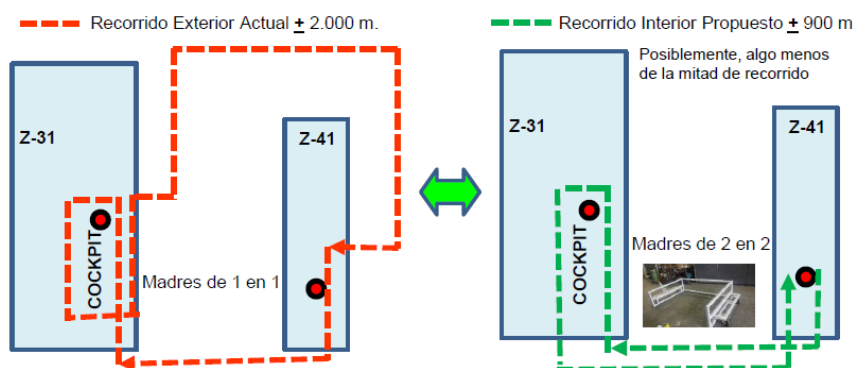


Figura 15. Esquema genérico de Recorrido Exterior Actual vs. Recorrido Interior Propuesto

6.4. RECORRIDO DE *PICKING*:

- Los *pickers* recorren más distancia de la necesaria, lo que se traduce en un tiempo mayor de preparación de cada carrito.
- Además, el operario que prepara los apliques L2 es el mismo que se encarga de los pre-montajes de L1, por lo que tiene que desplazarse continuamente de un puesto al otro, lo que supone un tiempo perdido en desplazamientos.

✓ POSIBLE MEJORA: MODIFICACIÓN EN EL RECORRIDO DE *PICKING*

Con una pequeña modificación en el diseño del almacén (*lay out*) de la zona de *Salpicaderos L2*, cambiando de lugar el puesto de pre-montajes, se logra reducir el recorrido y que los *pickers* recorran menor distancia en cada secuenciación, de modo que, entre los 3 *pickers*, puedan llegar a asumir la preparación de los apliques L2.

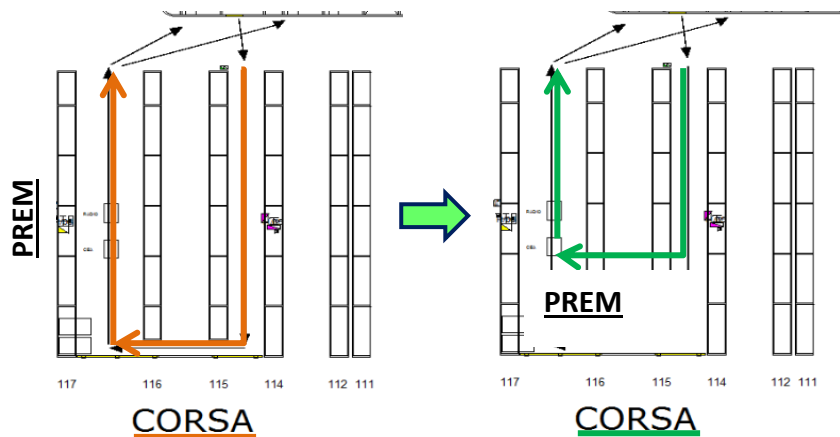


Figura 16. Comparación de recorrido *picking* actual y propuesto para *Salpicaderos L2*

Con otra sencilla modificación en el diseño del almacén de la zona de *Salpicaderos L1*, logramos integrar el puesto de pre-montajes en el recorrido de secuenciación, de manera que los *pickers* pre-monten las radios a medida que las vayan requiriendo, asumiendo dicho puesto entre los cuatro. Esto será posible a través de una breve formación de estos *pickers*, pues se trata de un pre-montaje sencillos, y debido al bajo consumo de dichas piezas en línea.

7. CALCULOS DE SATURACIÓN DE PUESTOS Y RECURSOS NECESARIOS

A través del estudio experimental de tiempos, partiendo de los **Tiempos Ciclo Totales** (en color azul) obtenidos en minutos, se busca obtener la carga de trabajo y los recursos empleados actualmente frente a los realmente necesarios en cada puesto tras la aplicación de las propuestas de mejora.

Con estos tiempos obtenidos antes y después de aplicar las mejoras y conociendo la **producción/hora** de las líneas de montaje (número de vehículos fabricados por hora), se calculan los **minutos productivos/hora**, es decir, los minutos de trabajo productivo que se necesitan cada hora para satisfacer las necesidades del cliente. Dividiendo estos minutos entre el tiempo que trabaja un operario en una hora, es decir, 60 minutos, se obtiene finalmente la **mano de obra directa por hora (MOD/Hora)** necesaria. Pero este es un cálculo aproximado, pues no se tienen en cuenta las pausas obligatorias de los operarios a lo largo de la jornada.

Para un cálculo más preciso, se debe conocer la **Producción/Turno**, es decir, cada 8 horas. De esta manera se tienen en cuenta las pausas obligatorias, dividiendo los minutos productivos necesarios entre los minutos disponibles al turno por un operario (480 minutos - 38 minutos de pausas = 442 minutos).

Así se obtiene la **mano de obra directa/turno (MOD/Turno)**. Este dato, mucho más ajustado a la realidad, es el que finalmente se usa para extraer unas conclusiones, hacer las pruebas y encontrar posibles soluciones al problema abordado.

Los datos de producción vienen dados en casillas amarillas. Las casillas rojas corresponden a resultados antes de aplicar las mejoras, mientras que las casillas verdes corresponden a resultados tras haber aplicado las mejoras.

7.1. OPERATIVA A: SALPICADEROS L2

A continuación, siguiendo la metodología explicada, se realizan los siguientes cálculos de mano de obra necesaria para los distintos puestos a analizar de la operativa A.

7.1.1. PICKING (preparación SPS)

➤ Operativa inicial (con zona intermedia de carga y descarga).

	48	Producción/Hora
x	3,39	minutos/coche
	162,7	minutos productivos/hora
	60	minutos
	2,71	MOD/Hora Necesarios

	336	Producción/Turno
x	3,39	minutos/coche
	1139	minutos de producción/turno
	442	minutos disponibles (480 - pausas)
	2,58	MOD/Turno Necesaria

✓ Se elimina la carga y descarga de madres y se aplica el resto de mejoras.

48	Producción/Hora
x 3,00	minutos/coche
143,8	minutos productivos/hora
60	minutos
2,40	MOD/Hora Necesarios

336	Producción/Turno
x 3,00	minutos/coche
1006	minutos de producción/turno
442	minutos disponibles (480 - pausas)
2,28	MOD/Turno Necesaria

7.1.2. RUTA (tractorista)

➤ Madres viejas (de 9 en 9) y recorrido exterior

48	Producción/Hora
x 2,35	minutos/coche
112,70	minutos productivos/hora
60	minutos
1,88	MOD/HoraNecesarios

336	Producción/Turno
x 2,35	minutos/coche
788,93	minutos de producción/turno
442	minutos disponibles (480 - pausas)
1,78	MOD/Turno Necesaria

✓ Madres nuevas (de 16 en 16) y recorrido por interior

48	Producción/Hora
x 1,19	minutos/coche
57,04	minutos productivos/hora
60	minutos
0,95	MOD/Hora Necesarios

336	Producción/Turno
x 1,19	minutos/coche
399,31	minutos de producción/turno
442	minutos disponibles (480 - pausas)
0,90	MOD/Turno Necesaria

7.1.3. PRE-MONTAJES

48	Producción/Hora
x 1,17	minutos/coche
56,15	minutos productivos/hora
60	minutos
0,94	MOD/Hora Necesarios

336	Producción/Turno
x 1,17	minutos/coche
393,1	minutos de producción/turno
442	minutos disponibles (480 - pausas)
0,89	MOD/Turno Necesaria

7.1.4. APLIQUES

48	Producción/Hora
x 0,40	minutos/coche
19,15	minutos productivos/hora
60	minutos
0,32	MOD/Hora Necesarios

336	Producción/Turno
x 0,40	minutos/coche
134,1	minutos de producción/turno
442	minutos disponibles (480 - pausas)
0,30	MOD/Turno Necesaria

7.2. OPERATIVA B: SALPICADEROS L1

Se realizan ahora los mismos cálculos para la operativa B, pero con una principal dificultad añadida, ya que se fabrican tres modelos diferentes en la misma línea de montaje.

En primer lugar, como hay tres modelos diferentes, debe conocerse la Producción/Turno de cada modelo, es decir, cuántos coches se fabrican de cada modelo al turno, pues no cuesta el mismo tiempo preparar un modelo que otro. Estos datos se recogen en la tabla siguiente:

Tabla 13. Producción L1 separada por modelos (Fuente: Elaboración propia)

	<i>Aircross</i>	<i>Crossland</i>	<i>Mokka</i>	L1 (total)
Prod/Hora	24	24	8	56
Prod/Turno	168	168	56	392

7.2.1. PICKING (preparación SPS)

Primero, se calculan los minutos productivos al turno de cada modelo por separado. Esto se hace multiplicando el número de coches de un mismo modelo fabricados al turno por el tiempo requerido para la preparación de un carrito de ese modelo.

➤ Aircross:

$$\begin{array}{r} \boxed{168} \text{ Producción/Turno} \\ \times 3,65 \text{ minutos/coche} \\ \hline 612,98 \text{ minutos de producción/turno} \end{array}$$

➤ Crossland:

$$\begin{array}{r} \boxed{168} \text{ Producción/Turno} \\ \times 3,99 \text{ minutos/coche} \\ \hline 670,13 \text{ minutos de producción/turno} \end{array}$$

➤ Mokka:

$$\begin{array}{r} \boxed{56} \text{ Producción/Turno} \\ \times 6,84 \text{ minutos/coche} \\ \hline 383,26 \text{ minutos de producción/turno} \end{array}$$

Una vez obtenidos los minutos productivos de cada modelo, se suman entre sí para hallar los minutos totales de producción en un turno, que divididos entre los 442 minutos disponibles de trabajo de cada operario al turno, permite obtener la **Mano de Obra Directa/Turno**.

	612,98	
	670,13	
+	383,26	
	<hr/>	
	1666,37	minutos productivos/turno
	442	minutos disponibles (480 - pausas)
	3,77	MOD/Turno

7.2.2. RUTA (tractorista)

El cálculo de la saturación de los tractoristas se hace igual que en la operativa A, comparando los resultados antes y después de aplicar las mejoras propuestas.

➤ Madres viejas (de 9 en 9) y recorrido exterior

	56	Producción/Hora
x	2,21	minutos/coche
	<hr/>	
	123,51	minutos productivos/hora
	60	minutos
	2,06	MOD/Hora Necesarios

	392	Producción/Turno
x	2,21	minutos/coche
	<hr/>	
	864,59	minutos de producción/turno
	442	minutos disponibles (480 - pausas)
	1,96	MOD/Turno Necesaria

✓ Madres nuevas (de 16 en 16) y recorrido por interior

	56	Producción/Hora
x	0,93	minutos/coche
	<hr/>	
	51,97	minutos productivos/hora
	60	minutos
	0,87	MOD/Hora Necesarios

	392	Producción/Turno
x	0,93	minutos/coche
	<hr/>	
	363,80	minutos de producción/turno
	442	minutos disponibles (480 - pausas)
	0,82	MOD/Turno Necesaria

7.2.3. PRE-MONTAJES

En este puesto sólo se realizan pre-montajes de un tipo específico de radios, que no llevan todos los modelos. Por lo tanto, lo primero que hay que saber es qué modelos pueden llevar este tipo de radio, en este caso el *Crossland* y el *Mokka*.

Para poder calcular la saturación del puesto y la mano de obra necesaria por turno, hay que conocer los porcentajes de consumos de esta radio para cada modelo.

Tabla 14. Consumos radios pre-montadas. (Fuente: ID Logistics)

% Consumo		
<i>Aircross</i>	<i>Crossland</i>	<i>Mokka</i>
0%	15%	15%

Una vez conocidos los consumos, se tienen en cuenta para el cálculo de la saturación de la siguiente manera:

- El 15% de los *Opel Crossland* fabricados al turno llevan radio pre-montada.

$$168 \times 0,15 = \mathbf{25,2} \text{ radios/turno}$$

- El 15% de los *Opel Mokka* fabricados al turno llevan radio pre-montada.

$$56 \times 0,15 = \mathbf{8,4} \text{ radios/turno}$$

En total:

$25,2 + 8,4 = \mathbf{33,6}$ coches de los 392 fabricados al turno llevan radio pre-montada.

33,6	Producción/Turno
x 0,84	minutos/coche
28,31	minutos de producción/turno
442	minutos disponibles (480 - pausas)
0,06	MOD/Turno Necesaria

El consumo de radios pre-montadas es tan bajo que requiere solamente 0,06 operarios al turno. Es un puesto con una saturación muy baja y supone un claro desperdicio para el proceso tener ese puesto aislado.

8. EXTRACCIÓN DE CONCLUSIONES


8.1. OPERATIVA A: SALPICADEROS L2

Tras haber realizado estos cálculos, se pueden apreciar grandes disminuciones de saturación gracias a la aplicación de las mejoras y se pueden obtener las siguientes conclusiones:

- En el puesto de tractorista, se logra reducir de **1,78** a **0,90** operarios necesarios al turno. Esto significa que un solo tractorista es capaz de realizar viajes llevando madres de dos en dos encargándose así de todo el suministro a línea 2.
- En el puesto de preparación SPS, se pasa de **2,58** a **2,28** operarios necesarios al turno, lo cual significa que los 3 *pickers* del puesto, ahora tienen una carga de trabajo considerablemente menor. Esto les permite asumir entre los tres la preparación de los apliques, que requiere una mano de obra de solamente **0,30** operarios al turno.

En la siguiente tabla se comparan los recursos empleados inicialmente frente a los recursos realmente necesarios tras la implantación de las mejoras propuestas:

Tabla 15. Comparación Recursos Iniciales vs. Finales L2 (Fuente: Elaboración propia)

RECURSOS EMPLEADOS L2			RECURSOS NECESARIOS L2	
Pickers	3		Pickers	3
Tractoristas	2		Tractoristas	1
Premontajes	1		Pre-montajes	1
Apliques	0,5		TOTAL	5
TOTAL	6,5			


8.2. OPERATIVA B: SALPICADEROS L1

Después de realizar todos estos cálculos, se pueden extraer las siguientes conclusiones respecto a la aplicación de las mejoras planteadas.

- En el puesto de tractorista, se logra reducir de **1,96** a **0,82** operarios necesarios al turno. Esto significa que un solo tractorista es capaz de realizar viajes llevando madres de dos en dos, ocupándose por sí solo del suministro a la línea 1.
- En el puesto de preparación SPS, se requieren **3,77** operarios al turno, lo cual significa que los 4 *pickers* del puesto, tienen una carga de trabajo tal que les permite asumir entre los cuatro los pre-montajes de las radios, pues tan sólo requieren una mano de obra calculada de **0,06** operarios al turno. De este modo conseguimos eliminar el puesto de pre-montaje de radios, que suponía un desperdicio para el proceso debido al bajo consumo de las mismas.

En la tabla siguiente, se puede ver de forma más clara la optimización de recursos lograda en esta operativa B.

Tabla 16. Comparación Recursos Iniciales vs. Finales L1 (Fuente: Elaboración propia)

Recursos empleados L1			RECURSOS NECESARIOS L1	
Pickers	4		Pickers	4
Tractoristas	2		Tractoristas	1
Pre-montajes	0,5		TOTAL	5
TOTAL	6,5			

9. ANÁLISIS GLOBAL Y RESULTADO FINAL

En definitiva, se han planteado dos operativas de trabajo, A y B, se han estudiado, analizado y medido a través de un estudio de tiempos. Esto ha permitido detectar varios fallos y puntos críticos para proponer una serie de mejoras sencillas cuyo objetivo es lograr una optimización del proceso con garantías de calidad y capacidad.

Tras realizar los cálculos pertinentes, y llevándose a cabo la implantación de dichas mejoras, se ha conseguido obtener una optimización de los recursos necesarios.

Trabajando con estas nuevas operativas, los recursos necesarios totales se muestran en la siguiente tabla comparativa:

Tabla 17. Recursos Iniciales vs. Finales (Fuente: Elaboración propia)

RECURSOS TOTALES INICIALES		
Operativa A	Pickers	3
	Tractoristas	2
	Pre-montajes	1
	Apliques	0,5
	TOTAL	6,5
Operativa B	Pickers	4
	Tractoristas	2
	Pre-montajes	0,5
	TOTAL	6,5
	TOTAL	13

RECURSOS TOTALES FINALES		
Operativa A	Pickers	3
	Tractoristas	1
	Pre-montajes	1
	TOTAL	5
Operativa B	Pickers	4
	Tractoristas	1
	TOTAL	5
TOTAL		10

Se puede observar que inicialmente se emplean a 13 recursos entre la operativa A y la operativa B, mientras que finalmente se han conseguido mejorar ambas operativas siendo estrictamente necesarios 10 recursos, logrando así una optimización final de 3 recursos al turno.

Además, gracias a las modificaciones en los diseños de los carritos y carros madre, también se ha logrado una mejora del proceso en cuanto a calidad, generándose menos desperdicios y consiguiéndose un proceso más limpio y fluido.

Todo ello contribuye finalmente a una mayor rentabilidad de la empresa.

Adicionalmente, una vez aceptado el proyecto e implantadas todas las mejoras, se han realizado las actualizaciones de los protocolos de trabajo, adaptándolos a la nueva

operativa. En esta tarea se ha tomado parte y ha servido para tener una visión más precisa del funcionamiento de cada puesto. Dichos protocolos pueden consultarse en el Anexo 3.

Por último, la realización de este trabajo me ha servido tanto desde el punto de vista personal como profesional para adquirir las competencias y capacidades que se requieren en la formación de los estudios de ingeniería que he realizado.

10. BIBLIOGRAFÍA

[1] **Autor:** Viscaíno Linero, Pedro

Título: *“Análisis y mejora de una línea de fabricación del sector automoción mediante metodología Seis Sigma”*

Proyecto/Trabajo final de carrera

Universitat Politècnica de Catalunya

Año 2015

Dirección url: <http://hdl.handle.net/2117/86854>

[2] **Autor:** José Alberto Eguren, Aitor Goti

Título: *“Aplicación de un Modelo de Mejora Continua en empresas auxiliares de automoción y electrodomésticos”*

3rd International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management XIII

Congreso de Ingeniería de Organización Barcelona-Terrassa

September 2nd-4th 2009

Dirección url: <http://adingor.es/congresos/web/uploads/cio/cio2009/532-541.pdf>

[3] Dirección url: <http://www.leanproduction.co/monografico-aprender-lean-manufacturing/1-2-conceptos-de-valor-anadido-no-anadido>

ANEXOS

ANEXO 1. FORMATO INFORME DE ESTUDIO DE TIEMPOS



INFORME <i>Estudio de Tiempos - XXX</i>	Departamento de Ingeniería
	Elaborado por: Pedro Melero
	Fecha: 22/02/2019

ESTUDIO DE TIEMPOS

Introducción

El cronometraje

El cronometraje industrial consiste en la determinación del tiempo a emplear para la realización de una tarea a la actividad normal o exigible, mediante su observación y su valoración de actividad.

Generalmente se emplean una serie de pasos para el cronometraje, empleándose unos formatos u hojas de cronometraje que facilitan y estandarizan el empleo de esta técnica.

Actividad (ritmo)

Se denomina así al ritmo momentáneo de ejecución de un efecto útil, es decir, la actividad es un concepto de **rendimiento** que surge de comparar las circunstancias en las que se está realizando un trabajo y las óptimas de realización, en cuanto al tiempo se refiere, precisamente considerando lo que ocurre en aquel instante, sin tener en cuenta si las citadas circunstancias óptimas podrían ser mantenidas o no, durante un tiempo, o por otro operario.

Escala de Actividad

Para determinar el nivel de ritmo de ejecución es necesaria una escala con diferentes ritmos. Las escalas son diferentes entre sí y, por tanto, es necesario referir la actividad a la escala usada (a la actividad de referencia).

Algunas de las escalas internacionalmente reconocidas y utilizadas son la escala Bedaux (60-80) y la escala Centesimal (100-133).

Ritmo	Bedaux (60-80)	Centesimal (100-133)	BSI (75-100)	Descripción del desempeño	Velocidad de marcha comparable [km/h]
Nulo	0	0	0	Actividad nula.	
Bajo/ Muy Bajo	40	67	50	Muy lento; movimientos torpes, inseguros; el operario parece medio dormido y sin interés en el trabajo	3,2
Normal	60	100	75	Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado; parece lento pero no pierde tiempo adrede mientras lo observan.	4,8
Óptimo	80	133	75	Activo, capaz, como de obrero cualificado medio pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado.	6,4
Muy Alto	100	167	125	Muy rápido; el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima de los del obrero cualificado medio.	8
Excepcional	120	200	150	Excepcionalmente rápido, concentración y esfuerzo intensos sin probabilidad de durar por largos periodos; actuación de "virtuoso", solo alcanza a por unos pocos trabajadores sobresalientes.	9,6

Rendimiento Mínimo Exigible

Se considera rendimiento mínimo exigible el 100 de la escala de valoración centesimal, que equivale al 75 de la norma británica y el 60 Bedaux. Es el rendimiento de un operario retribuido por tiempo, cuyo ritmo es comparable al de un hombre físico corriente que camine sin carga, en llano y línea recta, a la velocidad de 4,8 kilómetros a la hora, durante su jornada.

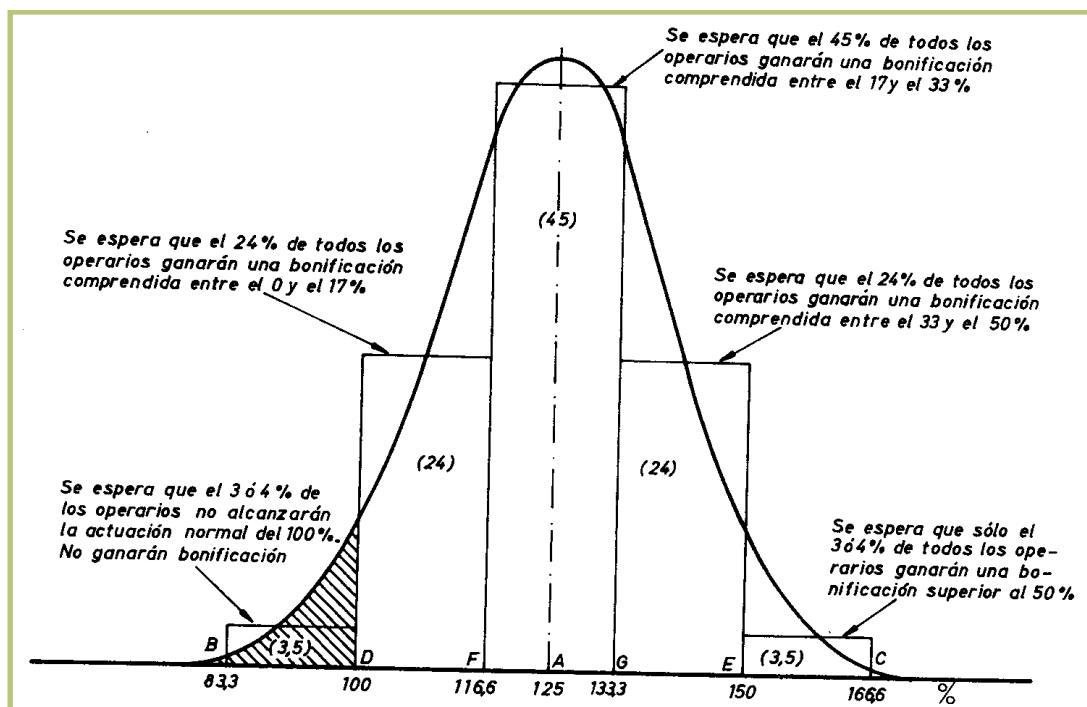
Este ritmo puede mantenerse fácilmente, día tras día, sin excesiva fatiga física ni mental y se caracteriza por la realización de un esfuerzo constante y razonable.

Rendimiento Óptimo

Rendimiento óptimo es el 133, 100 y 80, en cada una de las escalas anteriormente citadas y equivale a un caminar de 6,4 kilómetros/hora. Es un rendimiento que no

perjudica a la integridad de un trabajador normal, física y psíquicamente durante su vida laboral, ni tampoco le impide un desarrollo normal de su personalidad fuera del trabajo. Constituye el desempeño tipo o ritmo tipo en el texto de la Organización Internacional de Trabajo, "Introducción al Estudio del Trabajo".

La actividad óptima no es la actividad máxima total, sino que hace referencia al ritmo efectivo que un operario normalmente constituido, capacitado y entrenado puede alcanzar, como promedio, trabajando con interés suficiente durante toda la jornada, tomándose el descanso correspondiente.



el 27,5 % no alcanzan el 116 %
 » 50 % » » » 125 %
 » 72,5 % » » » 133 %
 » 96,5 % » » » 150 %

Rendimiento Mínimo Garantizado

Rendimiento pactado es el que las partes acuerdan en los Convenios con el carácter de Mínimo Garantizado.

En nuestro caso se consideran **XXXX** puntos de actividad en el sistema centesimal.

Es el que se estima como actividad de trabajo para el cálculo de la capacidad productiva de los puestos, siendo un valor intermedio entre el rendimiento mínimo exigible y el óptimo.

Los cronometradores

Los cronometradores son técnicos que han recibido formación especializada entrenándose mediante vídeos y prácticas en el taller y realizan periódicamente sesiones de reciclaje lo que les hace estar capacitados para determinar el grado de habilidad y esfuerzo demostrado durante la ejecución de un trabajo.

METODOLOGÍA EMPLEADA

Cronometraje

Se ha llevado a cabo la determinación del tiempo a emplear para la realización de cada una de las actividades de preparación y premontajes, utilizando el método de cronometraje.

El proceso de observación se ha soportado además con la filmación en archivos de video de los procesos observados, para una mejor fiabilidad y determinación de los tiempos para cada fase.

Se ha utilizado un formato de recogida de información en el que se determina tanto el tiempo cronometrado, como el nivel de actividad, para cada medición.

Si bien lo habitual es indicar los tiempos en TMU (Time Measurement Unit), que corresponde a 1/100.000 hora, en nuestro caso, y para facilitar su comprensión por parte de todos, hemos traducido la medición directamente a segundos, y lo hemos pasado posteriormente a minutos, al ser la unidad de medida global que utilizamos para determinar la capacidad de cada uno de los puestos. Esto nos da una idea más intuitiva del tiempo medio determinado para cada puesto.

Cada uno de estos puestos se ha dividido en sus fases fundamentales y se han realizado diversas mediciones de tiempo cronometrado para cada una de estas fases, asignando a cada una de ellas su nivel de actividad.

Hojas de Recogida de Datos

Sirven para calcular el Tiempo Normal y el Tiempo Ciclo para cada puesto, y en ellas se recogen todas las mediciones de cada una de las fases, con su nivel de actividad asignado.

Tras determinar el Tiempo Normal para cada fase, se determina el tiempo a Rendimiento Mínimo Garantizado.

Una vez realizado esto, se calcula el Tiempo Ciclo para cada puesto, considerando además de los Tiempos-Hombre, los Tiempos de Máquina en cada puesto, y sus solapes o tiempos de espera, en el caso de haber solamente una máquina, o más de una.

Ahora bien, dado que pueden existir diferentes versiones posibles de preparaciones o tipos de montaje en cada uno de los puestos, cada una con sus fases específicas, en el estudio se contempla la diferenciación de cada una de estas versiones, y se calcula el Tiempo Ciclo para cada una de ellas.

Ejemplo de hoja de recogida de datos.

Una vez determinados los Tiempos Ciclo para cada uno de los puestos y en sus diferentes versiones, se llevan a la Hoja de Resultados:

En esta hoja se determina el Tiempo Ciclo Ponderado por hora, en función de los% de consumo de cada variante.

A este tiempo resultante se le aplican los **Suplementos Adicionales** correspondientes a cada proceso, y se determina el **Tiempo Ciclo** definitivo**, que es el que se utiliza para los cálculos de capacidad de proceso.

Los suplementos por **necesidades personales y fatiga** normalmente vienen compensados por los descansos en la jornada (descanso de bocadillo y pausas), por lo que los que se suelen incluir son el resto (**trabajar de pie, uso de la fuerza**, etc.).

TABLA DE SUPLEMENTOS

SUPLEMENTOS CONSTANTES		% de Suplemento	
		Hombres	Mujeres
A	Suplemento por necesidades personales	5	7
B	Suplemento base por fatiga	4	4
SUPLEMENTOS VARIABLES		% de Suplemento	
		Hombres	Mujeres
A	Suplemento por trabajar de pie	2	4
B	Suplemento por postura anormal		
	Ligeramente incómoda	0	1
	Incómoda (inclinado)	2	3
	Muy incómoda (echado, estirado)	7	7
C	Uso de la fuerza o de la energía muscular (levantar, tirar o empujar) (kg)		
	2,5	0	1
	5	1	2
	7,5	2	3
	10	3	4
	12,5	4	6
	15	5	8
	17,5	7	10
	20	9	13
	22,5	11	16
	25	13	20 (máx.)
	30	17	-
	35,5	22	
D	Mala iluminación		
	Ligeramente bajo la iluminación recomendada	0	0
	Bastante baja	2	2
	Absolutamente isuficiente	5	5
E	Condiciones atmosféricas		
	Grados Kata (milicalorías/cm2/segundo)		
	16	0	0
	14	0	0
	12	0	0
	10	3	3
	8	10	10
	6	21	21
	5	31	31
	4	45	45
	3	64	64
	2	100	100
F	Concentración intensa		
	Trabajos de cierta precisión	0	0
	Trabajos de precisión o fatigosos	2	2

	Trabajos de gran precisión y muy fatigosos	5	5
G	Ruido		
	Continuo	0	0
	Intermitente y fuerte	2	2
	Intermitente y muy fuerte	5	5
	Estridente y fuerte	5	5
H	Tensión mental		
	Proceso bastante complejo	1	1
	Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	4
	Muy complejo	8	8
I	monotonía		
	Trabajo algo monótono	0	0
	Trabajo bastante monótono	1	1
	Trabajo muy monótono	4	4
J	Tedio		
	Trabajo algo aburrido	0	0
	Trabajo aburrido	1	1
	Trabajo muy aburrido	5	5

Capacidad de proceso ponderada por hora: será el número de unidades totales que puedan fabricarse en una hora productiva, en función del tiempo por unidad.

Puestos analizados

Los puestos objeto del estudio, con sus denominaciones a nivel interno, y su descripción básica, han sido:

Versiones

A continuación se indican las versiones para las que se ha realizado el estudio de tiempos y su % de mix de consumo:

Hoja de Resultados

A continuación se muestran los resultados obtenidos del estudio de tiempos para:

Análisis de Resultados

Conclusiones

Video: SPS Cockpit L2 - Carros SPS-3

T 7					
Inicio	Fin	Frec.	Ritmo (Act.)	T. Unit.	T.Act. Norm.

Actividad **115**

02:47	05:03	1	115	2,267	2,607
05:03	05:15	1	115	0,20	0,23
05:15	05:21	1	115	0,10	0,12
05:21	05:26	1	115	0,08	0,10
05:26	05:36	1	115	0,17	0,19
05:36	05:39	1	115	0,05	0,06
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		

Video: SPS Cockpit L2 - Carros SPS-3

T 8					
Inicio	Fin	Frec.	Ritmo (Act.)	T. Unit.	T.Act. Norm.

Actividad **115**

05:39	07:41	1	115	2,033	2,338
07:41	07:55	1	115	0,23	0,27
07:55	08:06	1	115	0,18	0,21
08:16	08:22	1	115	0,10	0,11
08:22	08:36	1	115	0,23	0,27
08:36	08:41	1	115	0,08	0,10
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		

Video: SPS Cockpit L2 - Carros SPS-3

T 9					
Inicio	Fin	Frec.	Ritmo (Act.)	T. Unit.	T.Act. Norm.

Actividad **115**

08:41	10:57	1	115	2,267	2,607
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		

Video: SPS Cockpit L2 - Carros SPS-4

T 10					
Inicio	Fin	Frec.	Ritmo (Act.)	T. Unit.	T.Act. Norm.

Actividad **115**

00:00	01:47	1	115	1,783	2,051
01:47	01:56	1	115	0,15	0,17
01:56	02:05	1	115	0,15	0,17
			115		
			115		
02:09	02:11	1	115	0,03	0,04
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		

			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		

			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		

			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		

			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		

08:06	08:16	Carga otro carrito

		No coge forms de impresora porque un compañero se los da
		Tampoco coge carro vacío de madre porque ya se los han descargado junto al inicio del recorrido

Hoja de resultados:

TIEMPO CICLO DE TRABAJO CON RITMO PACTADO

min/coche

Preparación Carros SPS Cockpit L2	T. Común	T. Ciclo Pond.	Ritmo Pactado	Suplem. Fatig.				T. Ciclo Total
				T. Pie	Fuerza	Tens.	Total	
				3%	2%	1%		
% de cada Opción	100%							
Preparar carro completo (desde lectura de form y cartelino hasta colocación de última pieza del carro). Se incluyen todos los frecuenciales (quitar plásticos de piezas, retirar cajas, cartones, etc)	2,55	2,55	100	3%		1%	4%	2,65
Llevar Carro a Madre	0,19	0,19	100	3%			3%	0,20
Cargar Carro Lleno en Madre y bajar	0,15	0,15	100	3%	2%		5%	0,16
Ir a impresora y coger forms	0,08	0,08	100	3%			3%	0,08
Subir a madre, coger carro vacío, bajarlo y llevar a punto de inicio de recorrido	0,23	0,23	100	3%			3%	0,24
Colocar forms en carro	0,06	0,06	100	3%			3%	0,06

Hoja de recogida de datos:

En la escala centesimal este Ritmo será 100

100 Ritmo Normal

100 Ritmo Normal

100 Ritmo Normal

Video: SPS Cockpit L2 - Carros SPS-1

[illegible]

Tiempos descontados del video

[illegible]

Video: SPS Cockpit L2 - Carros SPS-3

Inicio	Fin	Frec.	Ritmo (Act.)	T. Unit.	T.Act. Norm.
--------	-----	-------	--------------	----------	--------------

Actividad 115

00:11	02:11	1	115	2,000	2,300
02:11	02:21	1	115	0,17	0,19
02:21	02:30	1	115	0,15	0,17
02:30	02:34	1	115	0,07	0,08
02:34	02:45	1	115	0,18	0,21
02:45	02:47	1	115	0,03	0,04
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		

Video: SPS Cockpit L2 - Carros SPS-3

Inicio	Fin	Frec.	Ritmo (Act.)	T. Unit.	T.Act. Norm.
--------	-----	-------	--------------	----------	--------------

Actividad 115

02:47	05:03	1	115	2,267	2,607
05:03	05:15	1	115	0,20	0,23
05:15	05:21	1	115	0,10	0,12
05:21	05:26	1	115	0,08	0,10
05:26	05:36	1	115	0,17	0,19
05:36	05:39	1	115	0,05	0,06
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		

Video: SPS Cockpit L2 - Carros SPS-3

Inicio	Fin	Frec.	Ritmo (Act.)	T. Unit.	T.Act. Norm.
--------	-----	-------	--------------	----------	--------------

Actividad 115

05:39	07:41	1	115	2,033	2,338
07:41	07:55	1	115	0,23	0,27
07:55	08:06	1	115	0,18	0,21
08:06	08:22	1	115	0,10	0,11
08:22	08:36	1	115	0,23	0,27
08:36	08:41	1	115	0,08	0,10
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		

Video: SPS Cockpit L2 - Carros SPS-3

Inicio	Fin	Frec.	Ritmo (Act.)	T. Unit.	T.Act. Norm.
--------	-----	-------	--------------	----------	--------------

Actividad 115

08:41	10:57	1	115	2,267	2,607
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		

Video: SPS Cockpit L2 - Carros SPS-4

Inicio	Fin	Frec.	Ritmo (Act.)	T. Unit.	T.Act. Norm.
--------	-----	-------	--------------	----------	--------------

Actividad 115

00:00	01:47	1	115	1,783	2,051
01:47	01:56	1	115	0,15	0,17
01:56	02:05	1	115	0,15	0,17
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		

			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		

			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		

			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		

			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		

			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		
			115		

00:00	00:03	Abrir Madre (rampa)
		Debería hacerlo el rutero

08:06	08:16	Carga otro carrito

		No coge forms de impresora porque un compañero se los da
		Tampoco coge carro vacío de madre porque ya se los han des cargado junto al inicio del recorrido

Hoja de resultados:

ESTUDIO DE TIEMPOS

TIEMPO CICLO DE TRABAJO CON RITMO PACTADO

min/coche								
Preparación Carros SPS Cockpit L2		T. Común	T. Ciclo Pond.	Ritmo Pactado	Suplem. Fatig.		T. Ciclo Total	
					T. Pie	Fuerza	Tens.	Total
					3%	2%	1%	
% de cada Opción		100%						
Preparar carro completo (desde lectura de form y cartelino hasta colocación de última pieza del carro). Se incluyen todos los frecuenciales (quitar plásticos de piezas, retirar cajas, cartones, bandejas, etc.)	2,55	2,55	100	3%		1%	4%	2,65
Llevar Carro a Madre	0,19	0,19	100	3%			3%	0,20
Cargar Carro Lleno en Madre y bajar								
Ir a impresora y coger forms	0,08	0,08	100	3%			3%	0,08
Subir a madre, coger carro vacío, bajarlo y llevar a punto de inicio de recorrido								
Colocar forms en carro	0,06	0,06	100	3%			3%	0,06

Hoja de resultados:

		T. Común	T. Opc. 1	T. Opc. 2	T. Opc. 3	T. Ciclo Pond.	Suplem. Fatig.	T. Ciclo Total
			0	% ref. 2	% ref. 3			
% de cada Opción								
		100%	0%	0%	0%			
RUTA COCKPIT L2 MADRES VIEJAS		2,28	0,00	0,00	0,00	2,2796	3%	2,35

RUTA SALPICADEROS L2 PROPUESTA

Hoja de recogida de datos:

[illegible][illegible]

Hoja de resultados:

	T. Común	T. Opc. 1	T. Opc. 2	T. Opc. 3	T. Ciclo Pond.	Suplem. Fatig.	T. Ciclo Total
		0	% ref. 2	% ref. 3			
% de cada Opción	100%	0%	0%	0%			
RUTA COCKPIT L2 MADRES NUEVAS	1,15	0,00	0,00	0,00	1,1538	3%	1,1884

OPERATIVA B

SPS SALPICADEROS L1 INICIAL

Hoja de recogida de datos: **Aircross**[illegible]

Video: P7 MVL_0538 N°FORM:540 (30 Piezas)

T 6					
Inicio	Fin	Frec.	Ritmo (Act.)	T. Unit.	T.Act. Norm.

Actividad **100**

00:00	00:00		100		
00:23	03:37	1	100	3,23	3,23
03:37	03:44	1	100	0,12	0,12
			100		
			100		

3,35

02:10	02:21	1	100	0,18	0,18
			100		
			100		
			100		
			100		
			100		
			100		

0,18

Video: P7 MVL_0540 N°FORM:556 (36 Piezas)

T 7					
Inicio	Fin	Frec.	Ritmo (Act.)	T. Unit.	T.Act. Norm.

Actividad **100**

00:12	00:29	1	100	0,28	0,28
00:29	04:56	1	100	4,45	4,45
04:56	05:02	1	100	0,10	0,10
			100		
			100		

4,83

02:46	02:59	1	100	0,22	0,22
			100		
			100		
			100		
			100		
			100		
			100		

0,22

Video: P7 MVL_0542 N°FORM:568 (25 Piezas)

T 8					
Inicio	Fin	Frec.	Ritmo (Act.)	T. Unit.	T.Act. Norm.

Actividad **100**

00:02	00:25		100		
00:25	03:08	1	100	2,72	2,72
03:08	03:20	1	100	0,20	0,20
			100		
			100		

2,92

			100		
			100		
			100		
			100		
			100		
			100		
			100		

0,00

		No he descontado pero se aprecia: - Clasifica varias bandejas y KLT's durante el recorrido, pero lo hace en posiciones de vacío cercanas.

03:01	03:05	No he descontado pero se aprecia: - Clasifica varias bandejas y KLT's durante el recorrido, pero lo hace en posiciones de vacío cercanas. - Manipula terminal de validación (¿lectura manual ?) en al menos 4 ocasiones.
04:16	04:22	
04:25	04:28	
04:46	04:53	

		No he descontado pero se aprecia: - Clasifica varias bandejas y KLT's durante el recorrido, pero lo hace en posiciones de vacío cercanas.

Hoja de recogida de datos: **Mokka**

CÁLCULO DE TIEMPOS CON ACTIVIDAD POR FASE

Operación

SPS MOKKA

Proceso Estándar

Desplazarse de puesto informático a madre, coger carro vacío, colocar form, bajarlo y llevar a punto de inicio de recorrido.
Preparar carro completo (desde lectura de form y cartelino hasta colocación de última pieza del carro). Se incluyen todos los frecuenciales (quitar plásticos de piezas, retirar cajas, cartones, bandejas, etc.)
Llevar carro a pulmón de carros preparados

Frecuenciales

Gestión de residuo: desplazarse y tirar residuo en contenedor
Gestión de residuo: desplazarse y tirar residuo en contenedor
Vacío: llevar KLT / Caja a posición
Abrir caja
Abrir palet
Abrir puerta (rampa) carro madre

TOTAL 7,78 0,00 0,00 0,00

Tiempos descontados del video

100 Ritmo Normal

T. Común	T. Opc. 1	T. Opc. 2	T. Opc. 3	T. Normal (min.)	T. Normal (seg.)	Suma Tiem. (min.)	Suma Frec.
----------	-----------	-----------	-----------	------------------	------------------	-------------------	------------

Actividad **100**

0,57				0,57	34,4	2,87	5
5,79				5,79	347,4	28,95	5
0,19				0,19	11,6	0,97	5

0,15				0,15	9,0	0,15	1
0,22				0,22	13,0	0,22	1
0,08				0,08	5,0	0,08	1
0,49				0,49	29,5	0,98	2
0,28				0,28	17,0	0,28	1
0,01				0,01	0,9	0,13	9

Video: MK MVL_0530 N°FORM:457 (34 Piezas)

T 1					
Inicio	Fin	Frec.	Ritmo (Act.)	T. Unit.	T.Act. Norm.

00:03	00:38	1	100	0,58	0,58
00:38	05:41	1	100	5,05	5,05
05:41	05:54	1	100	0,22	0,22
			100		
			100		

5,85

			100		
			100		
			100		
03:18	03:41	1	100	0,38	0,38
			100		
			100		

0,38

		No he descontado pero se aprecia: - Tiempo de espera en pasillo, en el recorrido hacia la zona de secuencia de Mokka, por interferencia con la circulación de carros se suministro a línea. - Recolocación carros para ordenar en zona de pulmón al dejar el preparado.

T 2					
Inicio	Fin	Frec.	Ritmo (Act.)	T. Unit.	T.Act. Norm.

T 3					
Inicio	Fin	Frec.	Ritmo (Act.)	T. Unit.	T.Act. Norm.

T 4					
Inicio	Fin	Frec.	Ritmo (Act.)	T. Unit.	T.Act. Norm.

T 5					
Inicio	Fin	Frec.	Ritmo (Act.)	T. Unit.	T.Act. Norm.

Actividad 100

00:00	00:48	1	100	0,80	0,80
00:48	06:28	1	100	5,67	5,67
06:28	06:40	1	100	0,20	0,20
			100		
			100		
				6,67	
			100		
			100		
02:43	02:48	1	100	0,08	0,08
			100		
			100		
			100		
			100		
				0,08	

[illegible]

Hoja de resultados:

T. Ciclo Pond.	Ritmo Pactado	Suplem. Fatig.				T. Ciclo Total
		T. Pie	Fuerza	Tens.	Total	
		3%	2%	1%		

0,08	100	3%			3%	0,08
------	-----	----	--	--	----	------

0,57	100	3%		1%	4%	0,60
5,79	100	3%			3%	5,96
0,19	100	3%			3%	0,20

6,84

0,08	100	3%			3%	0,08
------	-----	----	--	--	----	------

0,36	100	3%		1%	4%	0,37
2,94	100	3%			3%	3,03
0,16	100	3%			3%	0,16

3,65

0,08	100	3%			3%	0,08
------	-----	----	--	--	----	------

0,34	100	3%		1%	4%	0,36
3,30	100	3%			3%	3,40
0,14	100	3%			3%	0,15

3,99

Hoja de recogida de datos:

[illegible]

01:05	03:38		00:44	02:52			
06:40	08:10		06:21	06:35			

	T. Común	T. Opc. 1	T. Opc. 2	T. Opc. 3	T. Ciclo POND.	Suplem. Fatig.	T. Ciclo Total
		0	% ref. 2	% ref. 3			
% de cada Opción							
	100%	0%	0%	0%			
RUTA SALPICADEROS L1 MADRES VIEJAS	2,14	0,00	0,00	0,00	2,1414	3%	2,21

Hoja de recogida de datos:

[illegible]

	T. Común	T. Opc. 1	T. Opc. 2	T. Opc. 3	T. Ciclo Pond.	Suplem. Fatig.	T. Ciclo Total
		0	% ref. 2	% ref. 3			
% de cada Opción							
	100%	0%	0%	0%			
RUTA SALPICADEROS L1 MADRES NUEVAS	0,90	0,00	0,00	0,00	0,9010	3%	0,9281

Hoja de recogida de datos:

Hoja de resultados:

min/coche

4. Cuando el carrito está completado, el operario debe ubicarlo en el lugar apropiado de la madre, según el siguiente esquema y siguiendo el orden de las secuencias a preparar.

5. Cuando el carrito no se pueda colocar en su posición, se dejará el carrito fuera de la madre y será el siguiente operario quien colocará los 2 carritos en sus posiciones definitivas en el carro madre.

6. Una vez colocado el carro en su posición, el operario cogerá el carrito vacío de al lado y comenzará de nuevo el proceso de preparación. Si al posicionar el carrito acabado el operario completa uno de los módulos de 4 carritos del carro madre, este operario bajará la barrera y lo dejará listo para su transporte.

7. Las hojas de nuestro form más las cartas de Opel se encuentran en una mesita auxiliar en la cabecera de las estanterías, estas hojas será tarea de todos los operarios el ir a las impresoras y acercar a dicha mesita las hojas que haya impresas para preparar.

Las piezas que requieran premontajes, pueden consultarse en las ayudas visuales correspondientes.

3 CAMBIO DE CONTENEDOR Y RETIRADA DE VACÍO

Cuando un operario coge la última pieza de un contenedor o caja, deberá dejarlo en su lugar correspondiente para evacuación de ese vacío. También se encargará de abrir el siguiente contenedor o caja y dejarla preparada para su consumo, comprobando que la pieza que hay en el interior corresponde con la pieza que tendría que estar en el interior.

4 SUMINISTRO A LINEA

Una vez abierta la última caja de material lleno, el operario comprobará si la pieza se suministra en ruta PPS o lo hace nuestro carretillero. En la primera opción, el reparto traerá el material necesario y en la segunda opción será el propio operario quien, a través de la PDA, realizará la petición informática de reaprovisionamiento de ese material.

- El convoy se compone de 2 carros madres con 8 carritos de SPS cada uno y un carro de apliques largos de Aircross.
- Una vez se han cargado los carros en la madre en el orden correcto, se dejan colocados con los form correspondientes en las pinzas y se dejan las barras de seguridad cerradas.
- El tractorista llegará con un convoy de carros vacíos para su preparación que posicionará en la huella de convoy que quede libre.
- Posteriormente, el tractorista es el encargado de enganchar el tractor al convoy lleno de material secuenciado y llevarlo hasta el punto de consumo en línea.

Foto de convoy completo enganchado a tractor

REGISTROS / HOJAS DE RECOGIDA DE DATOS			
Soporte	Título	Responsable	Período
		Producción	

OTROS DOCUMENTOS			
Soporte	Título	Responsable	Período

HISTÓRICO DE REVISIONES			
Rev.	Descripción de la Modificación	Responsable	Fecha
01	Creación IT, por arranque nueva operativa	V. Solsona	29/10/2017
02	Se actualiza IT	S. Calvo	05/06/2019
03			

+ APROBACIONES			
JJTT TA	JJTT TB	JJTT TN	JEFE AREA
Nombre:..... Fecha:	Nombre:..... Fecha:	Nombre:..... Fecha:	Nombre:..... Fecha:

IT-SALPICADEROS L2

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO

1 de 6

PRESTALID

Código	Título	Rev.	Fecha
IT.PYC41.0X.0X-L2	SALPICADEROS L2	02	05/06/2019

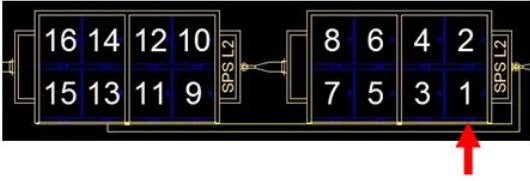


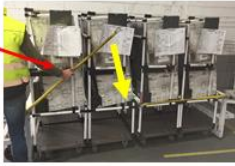
Nº	DESCRIPCION BASICA DE LA OPERACION	PUNTOS DE CONTROL
----	------------------------------------	-------------------



1	<p>1. Acudir al tablero de puesto para verificar y firmar las incidencias y ayudas visuales.</p> <p>2. Coger PDA y entrar con el usuario del operario que va a trabajar.</p>	<p>• Comprobar:</p> <ul style="list-style-type: none"> Que el Form corresponde a la familia y línea a secuenciar. Que el carro a secuenciar está vacío (Sin piezas y sin Form). Que el terminal de validación se encuentra con la correlatividad conectada, de manera que los carros secuenciados sean correlativos <p>• Al comienzo de turno:</p> <ul style="list-style-type: none"> Asegurar que se comienza en la secuencia correcta (siguiente a la finalizada en el turno anterior).
---	--	---


SPS SALPICADERO L2 Corsa		Modelo	Marca	PRESTALID
7328		2019	AMERICA	104412
SEC	ITEM	ITEM	ITEM	ITEM
01	3163	115-020-10	10451000	
02	1527	115-020-04	10471007	
03	3279	115-020-04	10451010	
04	0968	114-021-04	10451000	
05	8578	114-021-04	10451010	
06	1548	114-021-04	10471000	
07	1631	115-021-04	10451007	
08	1664	115-020-04	10451000	
09	9275	115-019-08	10451010	
10	4933	115-019-10	10451010	
11	2873	114-016-10	10451010	
12	0775	114-016-10	10451010	
13	5298	115-016-10	10451000	
14	9112	117-016-10	10451010	
15	0900	117-016-10	10451000	
16	2161	117-016-10	10451010	
17	5049	117-020-10	10451000	
18	2159	117-020-10	10451000	
19	4931	117-020-10	10451010	
20	4203	117-020-10	10451000	

Form SPS SALPICADERO L2 CORSA

2	<p>PROCESO – METODO TRABAJO - VALIDACIÓN</p> <p>Para realizar la secuenciación de las piezas, seguir el orden indicado a continuación:</p> <ol style="list-style-type: none"> Coger el form y la carta de Opel de la impresora y colocarlas en el soporte del carro de secuencia. <ul style="list-style-type: none"> Coger PDA y leer código bidj del form para que el sistema comience a pedir las piezas que tocan secuenciar, luego la carta de Opel. Por ultimo se lee el código lateral del carrito para asociarlo a esa secuencia. El operario deberá iniciar su secuenciación siguiendo el recorrido indicado en la siguiente imagen. El operario va cogiendo las piezas que le va pidiendo la PDA, validando la misma pieza (o el lugar de la estantería en la que se ubica) y las inserta en su hueco correspondiente, validando posteriormente dicho hueco. <p>Las piezas que requieran pre-montaje, pueden consultarse en la ayuda visual correspondiente.</p>	<p>Fotografía de un carro vacío</p>
---	--	-------------------------------------

<p>4. Cuando el carro está completado, el operario debe ubicarlo en el lugar apropiado de la madre, según el siguiente esquema:</p>  <p>5. Cuando el carrito no se pueda colocar en su posición, se dejará el carrito fuera de la madre y será el siguiente operario quien colocará los 2 carritos en sus posiciones definitivas en el carro madre.</p> <p>6. Una vez colocado el carro en su posición, el operario cogerá el carrito vacío de al lado y comenzará de nuevo el proceso de preparación. Si al posicionar el carrito acabado el operario completa uno de los módulos de 4 carritos del carro madre, este operario bajará la barrera y lo dejará listo para su transporte.</p> <p>7. Las hojas de nuestro form más las cartas de Opel se encuentran en una mesita auxiliar en la cabecera de las estanterías, estas hojas serán tarea de todos los operarios el ir a las impresoras y acercar a dicha mesita las hojas que haya impresas para preparar.</p>	 <p>Foto de carro lleno</p>  
--	--

<p>3</p> <p>PREPARACIÓN CARRO DE APLIQUES L2</p> <p>Cada convoy formado por 2 carros madre deberá llevar enganchado también el carro de apliques L2</p> <p>Alternamente, los operarios se ocuparán de dicha tarea.</p> <p>Cada vez que el tractorista deposite un carro de apliques vacío en su posición de secuenciación, un operario irá a dicha zona y procederá a su preparación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El operario coge las dos piezas necesarias para realizar el clipado (aplique y aireador). - Se realiza el clipado y se mete en el hueco correspondiente del carro. <p>✓ Una vez lleno el carro, el operario coge la PDA y valida cada aplique clipado con su hueco de posición en el carro de secuencia.</p> <div data-bbox="523 1189 845 1261" style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">  CONSULTAR IT APLIQUES L2 </div> <p>Una vez completado el carro, el operario lo llevará hasta el convoy y lo enganchará a la última madre, según se muestra en la imagen adjunta.</p>	 <p>Foto de convoy completo con apliques</p>
---	--

<p>4</p> <p>CAMBIO DE CONTENEDOR Y RETIRADA DE VACÍO</p> <p>Cuando un operario coge la última pieza de un contenedor o caja, deberá dejarlo en su lugar correspondiente de vacíos. También se encargará de abrir el siguiente contenedor o caja y dejarla preparada para su consumo.</p> <p>5</p> <p>SUMINISTRO A LINEA</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Una vez se han cargado los carros en la madre en el orden correcto, se dejan colocados con los form correspondientes en las pinzas. ➤ El tractorista es el encargado de enganchar el convoy con el tractor y llevarlo a línea. ➤ Posteriormente, el mismo tractorista dejará los carros vacíos en sus posiciones de trabajo para volver a ser secuenciados. 	 <p>Foto de convoy completo enganchado a tractor</p>
--	---

REGISTROS / HOJAS DE RECOGIDA DE DATOS			
Soporte	Título	Responsable	Periodo
		Producción	

OTROS DOCUMENTOS			
Soporte	Título	Responsable	Periodo

HISTÓRICO DE REVISIONES			
Rev.	Descripción de la Modificación	Responsable	Fecha
01	Creación IT, por arranque nueva operativa	V. Solsona	29/10/2017
02	Se actualiza IT	S. Calvo	05/06/2018
03			

APROBACIONES			
JJTT TA	JJTT TB	JJTT TN	JEFE AREA
Nombre:..... Fecha:	Nombre:..... Fecha:	Nombre:..... Fecha:	Nombre:..... Fecha:

PREMONTAJES L1 (RADIOS)

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO			
Código	Título	Rev.	Fecha
IT.PYCXX.0X.0X-LX	PRE-MONTAJES L1	02	24/05/2019

3 de 5

Nº	DESCRIPCION BASICA DE LA OPERACION	PUNTOS DE CONTROL
2	<p>PRE-MONTAJE RADIOS</p> <ol style="list-style-type: none"> Coger la radio que se desee premontar con su soporte o display adecuado y situarlos en el utillaje de trabajo correspondiente a cada tipo de radio. Atornillar los tornillos necesarios para cada premontaje utilizando la herramienta situada en el puesto de trabajo. (Todos requieren 4 tornillos excepto las referencias 39113779 y 39077218 que requiere 2 tornillos). A modo de verificación, realizar una marca sobre cada tornillo con un rotulador. Coger la pieza premontada y situarla sobre la mesa de radios. 	 

REGISTROS / HOJAS DE RECOGIDA DE DATOS			
Soporte	Título	Responsable	Periodo
PE.PyC.01 – Impreso 5	Hoja de Comienzo de Secuencia	Producción	1 mes

OTROS DOCUMENTOS			
Soporte	Título	Responsable	Periodo

HISTÓRICO DE REVISIONES			
Rev.	Descripción de la Modificación	Responsable	Fecha
01	Creación IT, por arranque nueva operativa	V. Solsona	29/10/2017
02	Se actualiza IT	S. Calvo	24/05/2019
03			

APROBACIONES			
JJTT TA	JJTT TB	JJTT TN	JEFE AREA
Nombre:..... Fecha:	Nombre:..... Fecha:	Nombre:..... Fecha:	Nombre:..... Fecha:

PREMONTAJES L2 (RADIOS Y CEAS)




INSTRUCCIÓN DE TRABAJO

1 de 3

PRESTALID

Código	Título	Rev.	Fecha
IT.PYCX.0X.0X-LX	PRE-MONTAJES L2	02	24/05/2019

Nº	DESCRIPCION BASICA DE LA OPERACION	PUNTOS DE CONTROL
----	------------------------------------	-------------------

1	PRE-MONTAJE CEAS <ol style="list-style-type: none"> El operario debe fijarse en el carro de CEAS para saber qué referencias hacen falta premontar, coger el CEA requerido y colocarlo en el puesto de pre-montaje. Tendrá que realizar el pre-montaje del tachan en el CEA. Atornillar 3 remaches en las posiciones indicadas, se realiza un marca en los tornillos y tachan. <ul style="list-style-type: none"> Tirar las cabezas sobrantes de los tornillos que quedan enganchadas en la herramienta a la caja habilitada para ello. Una vez realizado el proceso anterior, se clipan los mandos en la pieza CEA. 	 
		

2	PRE-MONTAJE RADIOS <ol style="list-style-type: none"> El operario debe fijarse en el carro de RADIOS para saber qué referencias hacen falta premontar, coger la radio requerida con su bracket y situarlos en el utilaje de trabajo correspondiente. Atornillar los 4 tornillos utilizando la herramienta situada en el puesto de trabajo. A modo de verificación, realizar una marca sobre cada tornillo con un rotulador. Coger la pieza premontada y situarla en el hueco correspondiente de carro de radios. 	 
	CAMBIO DE CONTENEDOR Y RETIRADA DE VACÍO <p>Cuando se consume una caja de la estantería, el mismo operario debe llevarlos a su posición de vacío.</p>	

REGISTROS / HOJAS DE RECOGIDA DE DATOS

Soporte	Título	Responsable	Periodo
PE.PyC.01 – Impreso 5	Hoja de Comienzo de Secuencia	Producción	1 mes

OTROS DOCUMENTOS

Soporte	Título	Responsable	Periodo

HISTÓRICO DE REVISIONES

Rev.	Descripción de la Modificación	Responsable	Fecha
01	Creación IT, por arranque nueva operativa	V. Solsona	29/10/2017
02	Se actualiza IT	S.Calvo	27/05/2019
03			

APROBACIONES

JTT TA	JTT TB	JTT TN	JEFE AREA
Nombre:..... Fecha:	Nombre:..... Fecha:	Nombre:..... Fecha:	Nombre:..... Fecha:

APLIQUES

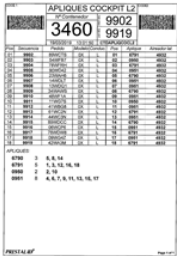

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO

1 de 4



PRESTALID

Código	Título	Rev.	Fecha
IT.PYC41.0X.0X-L2	APLIQUES L2	02	24/05/2019

Nº	DESCRIPCION BASICA DE LA OPERACION	PUNTOS DE CONTROL
----	------------------------------------	-------------------

<p>1</p>	<p>1. Acudir al tablero de puesto para verificar y firmar las incidencias y ayudas visuales.</p> <p>2. Coger PDA y entrar con el usuario del operario que va a trabajar.</p>  <p>2</p> <p>PROCESO – METODO TRABAJO - VALIDACIÓN</p> <p>Para realizar la secuenciación de las piezas, seguir el orden indicado a continuación:</p> <p>1. Coger el form de la impresora y colocarlo en el soporte del carro de secuencia.</p> <p>✓ Coger PDA y leer código bidi del form para que el sistema comience a pedir las piezas que tocan secuenciar.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Comprobar: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Que el Form corresponde a la familia y línea a secuenciar. ▪ Que el carro a secuenciar está vacío (Sin piezas y sin Form). ▪ Que el terminal de validación se encuentra con la correlatividad conectada, de manera que los carros secuenciados sean correlativos • Al comienzo de turno: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Asegurar que se comienza en la secuencia correcta (siguiente a la finalizada en el turno anterior). ▪ Verificar que el material que queda secuenciado del turno anterior está OK (firma de revisado).  <p>Fotografía de un carro vacío</p>
-----------------	--	---

	<p>2. El operario coge las dos piezas necesarias para realizar el clipado (aplique y aireador).</p> <p>3. Se realiza el clipado y se mete en el hueco correspondiente del carro.</p> <p>✓ Una vez lleno el carro, el operario coge la PDA y valida cada applique clipado con su hueco de posición en el carro de secuencia.</p> 	 <p>Fotografía de clipado de aplicador con aireador</p>
--	---	--

3	<p>CAMBIO DE CONTENEDOR Y RETIRADA DE VACÍO</p> <p>Quando se consume un inserto de la isla, el mismo operario debe llevarlos a su posición de vacío, apilándolos hasta una altura máxima de 15 insertos en el caso de los apliques y 7 en el caso de los aireadores. El carretillero es el responsable de flejar el bloque de insertos y de retirarlo.</p>	 <p>Fotografía de insertos vacíos de apliques</p> <p>PARA EVITAR CAÍDAS DURANTE EL TRANSPORTE:</p> <p>Asegurarse de que el Aplique está bien colocado en su hueco, no debe sobresalirse del mismo.</p>
4	<p>SUMINISTRO A LINEA</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Una vez se ha cargado el carro, se deja colocado con el form correspondiente en la pinza. ➤ El tractorista es el encargado de retirar del puesto de secuenciación el carro y engancharlo a mano en el convoy. ➤ Posteriormente, el mismo tractorista dejará el carro vacío en su posición de trabajo para volver a ser secuenciado. 	 <p>Fotografía de carro de apliques enganchado a convoy</p>

REGISTROS / HOJAS DE RECOGIDA DE DATOS

Soporte	Título	Responsable	Período
PE.PyC.01 – Impreso 5	Hoja de Comienzo de Secuencia	Producción	1 mes

OTROS DOCUMENTOS

Soporte	Título	Responsable	Período

HISTÓRICO DE REVISIONES

Rev.	Descripción de la Modificación	Responsable	Fecha
01	Creación IT, por arranque nueva operativa	V. Solsona	29/10/2017
02	Se actualiza IT, modificando método de trabajo con la inclusión de la validación informática	S. Calvo	24/05/2019
03			

APROBACIONES

JJTT TA	JJTT TB	JJTT TN	JEFE AREA
Nombre:..... Fecha:	Nombre:..... Fecha:	Nombre:..... Fecha:	Nombre:..... Fecha: